

**PENYELESAIAN MASALAH TRANSPORTASI *BIKRITERIA* DENGAN
METODE LOGIKA *FUZZY* EVOLUSI
(STUDI KASUS PT. JNE CABANG MAKASSAR)**



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana Komputer pada Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

WINDA NUR MAULINA SUPU
NIM. 60200111090

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR
2017**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Pembimbing penulisan skripsi saudara **Winda Nur Maulina Supu** : **60200111090**, mahasiswa Jurusan Teknik Informatika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, setelah dengan seksama meneliti dan mengoreksi skripsi yang bersangkutan dengan judul, **“Penyelesaian Masalah Transportasi *Bikriteria* dengan Metode Logika *Fuzzy* Evolusi (Studi Kasus PT. JNE Cabang Makassar)”**, memandang bahwa skripsi tersebut telah memenuhi syarat-syarat ilmiah dan dapat disetujui untuk diajukan ke sidang Munaqasyah.

Demikian persetujuan ini diberikan untuk proses selanjutnya.

Makassar, Maret 2017

Pembimbing I



Dr. H. Kamaruddin Tone, M.M.

NIP. 19571231 199302 1 002

Pembimbing II



Faisal, S.T., M.T.

NIP. 19720721 201101 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Winda Nur Maulina Supu
NIM : 60200111090
Tempat/Tgl. Lahir : Makassar, 30 Agustus 1993
Jurusan : Teknik Informatika
Fakultas/Program : Sains dan Teknologi
Judul : Penyelesaian Masalah Transportasi Bikriteria dengan
Metode Logika Samar (Studi Kasus PT. JNE Cabang
Makassar)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri. Jika kemudian hari terbukti bahwa ini merupakan duplikasi, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, Maret 2017

Penyusun,

Winda Nur Maulina Supu

NIM : 60200111090

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul, “Penyelesaian Masalah Transportasi *Bikriteria* dengan Metode *Fuzzy* Evolusi (Studi Kasus PT. JNE Cabang Makassar)” yang disusun oleh Winda Nur Maulina Supu, NIM : 60200111090, mahasiswa Jurusan Teknik Informatika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Selasa, 21 Maret 2017 M, bertepatan dengan tanggal 22 Jumadil Tsaniyah 1438 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dalam Ilmu Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Informatika.

Gowa, 22 Maret 2017 M
23 Jumadil Tsaniyah 1438 H

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Dr. M. Thahir Maloko, M.HI

Sekretaris : Andi Muhammad Syafar, S.T., M.T

Munaqisy I : Mega Orina Fitri, S.T., M.T

Munaqisy II : Nur Afif, S.T., M.T

Munaqisy III : Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag

Pembimbing I : Dr. H. Kamaruddin Tone, MM

Pembimbing II : Faisal, S.T., M.T

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Diketahui oleh :

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar,



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag
NIP. 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah Rabbil Alamin, puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah swt. yang Maha Pemberi Petunjuk, Anugrah dan Nikmat yang diberikan-Nya serta salawat dan taslim kepada Nabi Muhammad saw. beserta keluarga dan para sahabat, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ”Penyelesaian Masalah Transportasi *Bikriteria* dengan Metode Logika *Fuzzy* Evolusi (Studi Kasus PT. JNE Cabang Makassar)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Skripsi ini terwujud berkat uluran tangan dari insan-insan yang telah digerakkan hatinya oleh Sang Khaliq untuk memberikan dukungan, bantuan dan bimbingan bagi penulis. Oleh karena itu, penulis menghaturkan terima kasih dan rasa hormat yang tak terhingga dan teristimewa kepada kedua orang tuaku, Ayahanda Abd. Kadir S dan Ibunda Suryani, yang telah mengasuh, membesarkan, mendidik, membiayai, dan memberikan semangat serta selalu mendoakan setiap langkahku dalam proses pencarian ilmu demi masa depan yang lebih baikatas segala pengorbanannya selama masa pendidikan baik moril maupun materil yang diberikan kepada penulis, kepada saudaraku tersayang, Hamka Rasufit S, S.Kom, Sukma Fratiwi Supu, S.Pd, Ilham Akbar R Supu, Nurul Sari Supu, yang senantiasa memberiku semangat untuk menyelesaikan studi.

Penulis juga menghaturkan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada:

1. Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, Prof. Dr. H. Musafir Pababbari, M. Si..
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M. Ag..
3. Ketua Jurusan Teknik Informatika Faisal, S.T, M.T. dan Sekretaris Jurusan Teknik Informatika, Mega Orina Fitri, S.T., M.T..
4. Pembimbing I Dr. H. Kamaruddin Tone, M.M. dan pembimbing II Faisal, S.T. M.T. yang telah membimbing dan membantu untuk mengembangkan pemikiran dalam penyusunan skripsi hingga selesai.
5. Mega Orina Fitri, S.T., M.T. Selaku Penguji I, Nur Afif, S.T., M.T Selaku Penguji II dan Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M. Ag. Selaku Penguji III yang telah menguji dan membimbing dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar yang telah memberikan sumbangsih baik tenaga maupun pikiran.
7. Teman-teman ASCII, angkatan 2011 Teknik Informatika yang tidak dapat disebut satu persatu, teman seperjuangan yang menguatkan, menyenangkan dan selalu memberi nasehat.
8. Pak Haris yang telah menjadi pembimbing lapangan di PT. Jalur Nugraha Ekakurir (JNE) sehingga penulis dapat mengerti proses pengiriman barang untuk sampai kepada *supplier*.

9. Syawaluddin Amir, S.Kom. yang telah banyak memberikan ide, dukungan dan semangat.
10. Nurul Ibtisam, Nur Aisa Pratiwi, S.Kom., Nur Latifah Jamaluddin, S.Kom., Fira Septiani Virgin, Khalid Fadhlullah, Suryaningsih dan Sarah Endang Pratiwi, S.Pd. yang telah setia menemani penulis baik suka maupun duka.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah dengan tulus ikhlas memberikan doa sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari, masih banyak kekurangan dalam skripsi ini karena keterbatasan yang dimiliki penulis sebagai manusia yang tak luput dari kesalahan. Kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan dan penyempurnaan akan penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi para pembaca atau siapa saja yang tertarik dengan materinya. Lebih dan kurangnya penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya, semoga Allah swt melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua. Aamiin.

Makassar, Maret 2017

Winda Nur Maulina Supu

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Fokus Penelitian dan Deskripsi Fokus	7
D. Kajian Pustaka.....	8
E. Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN TEORITIS	11
A. Tinjauan Islam.....	11
B. Sistem	13
C. Teori Graf	14
D. Travelling Salesman Problem (TSP).....	16
E. Algoritma Genetika	18
F. Teknik Pengkodean	20
G. Membangkitkan Populasi Awal dan Kromosom	21
H. Evaluasi Fitness	21
I. Seleksi	21
J. Crossover.....	23
K. Mutasi.....	25
L. Logika Fuzzy.....	26
1. Pengertian Logika Fuzzy.....	26
2. Perbedaan himpunan fuzzy dengan himpunan pasti (Crisp)	26

3. Himpunan fuzzy	26
4. Domain	27
5. Fungsi keanggotaan	27
M. Metode Mamdani	29
N. Algoritma Fuzzy Evolusi	35
O. Matlab (Matrix Laboratory)	36
P. Daftar Simbol	41
1. Flowmap	41
2. Use Case Diagram	44
3. Activity Diagram	45
4. Flowchart	47
BAB III METODE PENELITIAN.....	49
A. Jenis Penelitian	49
B. Pendekatan Penelitian	49
C. Sumber Data	49
D. Metode Pengumpulan Data	50
1. Teknik Wawancara	50
2. Studi Literatur	50
E. Instrumen Penelitian	50
1. Perangkat Keras	50
2. Perangkat Lunak	51
3. Kebutuhan Brainware	51
F. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	51
G. Teknik Pengujian Sistem	53
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	55
A. Analisis Sistem yang Sedang Berjalan	55
B. Analisis Sistem yang diusulkan	57
1. Analisis Masalah	57
2. Analisis Kebutuhan Sistem	57
C. Perancangan Sistem	59

1. Flowmap	59
2. Use Case Diagram	60
3. Activity Diagram	60
4. Flowchart.....	62
D. Perancangan interface sistem	65
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISEM	68
A. Implementasi	68
B. Simulasi Program	72
C. Analisis Hasil Pengujian	75
D. Pengujian Kelayakan Sistem	77
Gambar V.11 Diagram Pengujian Kelayakan Sistem	78
BAB VI PENUTUP	81
A. Kesimpulan.....	81
B. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82

DAFTAR GAMBAR

II.1 Graf dengan Lima Titik dan Tujuh Sisi.....	15
II.2 Posisi kota yang akan dilewati (Annies et al, 2002).....	18
II.3 Ilustrasi proses algoritma genetika (Gen & Cheng, 1997)	20
II. 4 Representasi linear naik. (Kusumadewi, 2010)	28
II. 5 Representasi linear turun (Kusumadewi, 2010)	28
II. 6 Representasi kurva segitiga (Kusumadewi, 2010)	29
II.7 Semesta pembicaraan domain untuk variabel populasi (Muzid, 2008).....	30
II.8 Semesta pembicaraan dan domain Untuk variabel generasi (Muzid, 2008)	31
II.9 Semesta pembicaraan domain untuk Variabel probabilitas crossover (Muzid, 2008)	32
II.10 Semesta pembicaraan dan domain untuk variabel probabilitas mutasi (Muzid, 2008)	32
II.11 Alur proses sistem fuzzy mamdani (Muzid, 2008)	33
II.12 Proses Defuzzifikasi	35
III.1 Model Waterfall (Pressman, 2001)	52
IV.2 <i>Flowmap</i> Analisis yang Diusulkan	59
IV. 3 Use Case Diagram.....	60
IV. 4 Activity Diagram	61
IV. 5 <i>Flowchart</i>	62
IV.6 Desain <i>Interface Login</i>	65
IV.7 Desain <i>Interface Menu Beranda</i>	66
IV.8 Desain <i>Interface Menu Profil</i>	66
V.1 Antarmuka <i>Login</i>	68
V.2 Antarmuka Beranda.....	69
V.3 Antarmuka Petunjuk.....	69
V.4 Antarmuka Sistem	70
V.5 Antarmuka Hasil Uji	71
V.6 Antarmuka Plot	71
V.7 Antarmuka FIS Rule Viewer.....	72

V.8 Antarmuka Sistem Memasukkan Data Koordinat, Populasi dan Generasi	73
V.9 Antarmuka Sistem setelah dijalankan	74
V.10 Antarmuka Plot setelah dijalankan.....	74
V.11 Diagram Pengujian Kelayakan Sistem.....	78

DAFTAR TABEL

II. 1 Operator Aritmetika (Firmansyah, 2003)	37
II. 2 Operator Relasional (Firmansyah, 2003)	38
II. 3 Operator Logika (Firmansyah, 2003)	39
II.4 Simbol–symbol <i>Flowmap</i> (Sakinah, 2002)	42
II.5 Simbol–simbol <i>Use Case Diagram</i> (Rosenberg, 2007)	44
II.6 Simbol–simbol Activity Diagram (Herry, 2014).....	46
II.7 Daftar Simbol <i>Flowchart</i> (Kristanto, 2003)	47
V.1 Pengujian Black box.....	76

ABSTRAK

Nama : Winda Nur Maulina Supu
Nim : 60200111090
Jurusan : Teknik Informatika
Judul : Penyelesaian Masalah Transportasi *Bikriteria* dengan Metode Logika *Fuzzy* Evolusi (Studi Kasus PT. JNE Cabang Makassar)
Pembimbing I : Dr. H. Kamaruddin Tone, M.M.
Pembimbing II : Faisal, S.T., M.T.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kesulitan kurir menentukan rute terbaik untuk meminimumkan jarak dan waktu dalam pengiriman barang. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti membuat suatu aplikasi yang disebut Penyelesaian Masalah Transportasi *Bikriteria* dengan Metode Logika *Fuzzy* Evolusi pada PT. JNE Cabang Makassar.

Pengambilan data dilakukan dengan cara dokumentasi. Data yang diambil berupa daftar alamat rumah penerima barang di wilayah Kota Makassar, selanjutnya dilakukan pencarian koordinat masing-masing lokasi dengan bantuan *Google*. Analisis data dilakukan dengan menggunakan mekanisme algoritma *fuzzy* evolusi yang diaplikasikan dengan program Matlab. Penentuan probabilitas *crossover* (pc), probabilitas mutasi (pm), jumlah kromosom dalam 1 generasi dan maksimum generasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap solusi optimal yang bisa didapatkan.

Perancangan dalam membangun sistem ini terbagi atas *use case diagram*, *class diagram*, *activity diagram*, *flowchart*, dan perancangan antarmuka. Jenis penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan menggunakan *Design and Creation*. Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data wawancara dan observasi. Metode perancangan yang digunakan adalah *waterfall* dan teknik pengujian yang digunakan adalah *blackbox* dan *kousioner*. Penelitian ini menghasilkan sistem pemecahan rute terbaik dalam bentuk desktop yang mampu membantu setiap kurir dalam meminimumkan jarak dan waktu pengiriman barang.

Kata Kunci: Masalah Transportasi *Bikriteria*, *Fuzzy* Evolusi, Algoritma Genetika.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Transportasi merupakan bidang kegiatan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Pentingnya kebutuhan alat transportasi seperti kebutuhan kenyamanan, keamanan, dan kelancaran pengangkutan yang menunjang pelaksanaan pembangunan berupa penyebaran kebutuhan pembangunan, pemerataan pembangunan, dan distribusi hasil pembangunan di berbagai sektor ke seluruh pelosok tanah air.

Pentingnya transportasi disebabkan beberapa fungsi yaitu, perpindahan penduduk, distribusi barang dan jasa serta informasi ke pelosok tanah air, memperlancar hubungan pengangkutan dan interaksi antar desa, antar kota, antar wilayah, antar pulau bahkan antar negara. Hal ini kemudian memberikan kemudahan bagi masyarakat untuk mengakses potensi-potensi daerah lain.

Al-Qur'an pun telah membahas bagaimana Allah swt. menciptakan suatu alat transportasi bagi umatnya untuk memudahkan segala aktifitas yang dilakukan setiap hari, salah satunya dalam Q.S Al-Furqan/25:63 yang berbunyi :

وَعِبَادُ الرَّحْمَنِ الَّذِينَ يَمْشُونَ عَلَى الْأَرْضِ هَوْنًا وَإِذَا خَاطَبَهُمُ الْجَاهِلُونَ قَالُوا

Terjemahnya :

“Dan hamba-hamba Tuhan yang Maha Penyayang itu (ialah) orang-orang yang berjalan di atas bumi dengan rendah hati dan apabila orang-orang jahil menyapa mereka, mereka mengucapkan kata-kata (yang mengandung) keselamatan.” (Departemen Agama RI, 2008).

Dalam ayat ini menerangkan bahwa hamba-hamba Tuhan Yang Maha Penyayang itu adalah mereka yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut. Pertama, bersikap rendah hati di dunia ini. Apabila berjalan di muka bumi, mereka selalu berjalan dengan tenang. Demikian pula dalam segala amal perbuatan. Jika mereka dicaci oleh orang-orang musyrik yang jahil, mereka membiarkannya dan mengatakan kepada mereka, “Kami tidak ada urusan dengan kalian, bahkan kami berdoa untuk keselamatan kalian” (Shihab, 2008).

Industri jasa pengiriman, kargo, ekspedisi, logistik, jasa angkutan barang dan sejenisnya mampu memberikan kontribusi yang tidak sedikit pada pendapatan sebuah perusahaan. Selain menjanjikan pelayanan terbaik, industri juga berupaya menghadirkan berbagai produk inovatif jasa layanan pengiriman barang maupun paket dokumen. Terlebih dengan adanya trend di kalangan perusahaan besar yang cenderung menyerahkan kepada pihak lain untuk urusan pengiriman barang hingga penanganan gudang kepada perusahaan logistik dalam mata rantai *supply chain management* (SCM) (Tamin, 2000).

Salah satu masalah optimisasi yang penting dalam ilmu informatika adalah masalah transportasi. Masalah transportasi, dalam kehidupan sehari-hari diaplikasikan suatu perusahaan untuk mengatur sistem distribusi, penugasan

pekerjaan, dan transportasi. Seluruh kendala (sumber dan tujuan) dalam masalah transportasi, memiliki jumlah yang sama dan fungsi objektifnya digunakan untuk meminimalkan total biaya transportasi.

Namun pada kenyataannya, perusahaan tidak hanya bertujuan meminimalkan biaya transportasi, tetapi juga waktu pengiriman barang, biaya produksi, permintaan yang tidak terpenuhi, dan sebagainya. Masalah tersebut dikenal sebagai masalah *Bikriteria* yaitu sebuah masalah yang melibatkan beberapa tujuan.

Pada masalah *Bikriteria* untuk mengoptimalkan tujuan-tujuan tersebut tidaklah mudah. Hal ini dikarenakan informasi-informasi yang kurang lengkap dan tidak diketahui dengan pasti seperti tentang jumlah barang yang diproduksi, jumlah barang yang harus dikirim untuk memenuhi kebutuhan daerah tertentu, maupun waktu pengiriman yang tidak pasti karena adanya hambatan-hambatan diperjalanan.

Seperti firman Allah swt. dalam Al-Quran yang berkaitan dengan perkembangan teknologi yaitu pada Q.S Al-Baqarah/2:164 yang berbunyi :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ
بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ
فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ
لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿١٦٤﴾

Terjemahnya:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.” (Departemen Agama, 2008).

Ayat di atas berisi perintah untuk mengamati fakta-fakta ilmiah yang ada di jagat ini, termasuk di dalamnya penciptaan berjuta gugusan bintang yang jaraknya sangat berjauhan satu sama lain, planet-planet yang ada di dalamnya serta hukum Allah yang mengatur semuanya. Juga perputaran (rotasi) bumi pada porosnya yang melahirkan siang dan malam. Kemudian ayat di atas menyinggung sarana transportasi laut, lalu mengarahkan perhatian pada proses terjadinya hujan dalam siklus yang berulang-ulang, bermula dari air laut yang menguap berkumpul menjadi awan, menebal, menjadi dingin dan akhirnya turun sebagai hujan yang merupakan sumber kehidupan di bumi.

Allah telah menjadikan bukti-bukti sebagai pertanda wujud dan ketuhanan-Nya bagi mereka yang mau mempergunakan akalinya untuk berpikir. Di antara bukti itu adalah langit yang tampak olehmu, bintang-bintang yang beredar padanya secara teratur, tidak saling mendahului dan bertabrakan, yang sebagian memancarkan cahaya bagi alam ini. Bumi yang terdiri atas laut dan daratan, silih bergantinya siang dan malam serta manfaat yang terkandung di dalamnya. Kapal-kapal mengarungi samudera, mengangkut manusia dan kekayaan (Shihab, 2008).

Dalam keadaan sesungguhnya, jumlah penawaran dan permintaan masalah transportasi sulit ditentukan secara pasti karena kondisi perekonomian yang selalu berubah - ubah. Berdasarkan hal tersebut, maka untuk membuat model masalah transportasi dan mendapatkan jumlah biaya distribusi akan digunakan masalah transportasi dalam bentuk interval.

Selain itu, tujuan-tujuan yang saling konflik juga mengakibatkan sulitnya mencari penyelesaian yang mengoptimalkan semua tujuan. Misalkan jika biaya pengirimannya minimum dibutuhkan waktu pengiriman yang lama, sebaliknya jika waktu pengirimannya maksimum maka biaya transportasi yang dibutuhkan akan lebih besar. Pada situasi seperti ini seorang pengambil keputusan akan mengalami kesulitan untuk menentukan suatu keputusan yang mengoptimalkan semua tujuan.

PT. Jalur Nugraha Ekakurir (JNE) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengiriman barang di Indonesia. PT. Jalur Nugraha Ekakurir (JNE) sendiri memiliki cabang di setiap kota di seluruh Indonesia. Dalam mengirimkan barang dari pusat ke pelanggan di berbagai tempat dan di banyak kota, perlu adanya suatu sistem yang mampu meminimalisasi biaya pengiriman sehingga akan didapatkan keuntungan yang paling maksimal. Permasalahan seperti ini merupakan masalah model jaringan yang sama dengan permasalahan pada pedagang kaki lima atau biasa disebut *Travelling Salesman Problem (TSP)*.

TSP merupakan salah satu masalah optimalisasi. TSP adalah suatu permasalahan untuk menemukan siklus Hamilton yang memiliki total bobot sisi minimum. TSP bertujuan mencari rute dari kota asal ke kota-kota yang dituju dengan

syarat setiap kota hanya dapat dikunjungi satu kali kecuali kota awal. Banyak algoritma yang diterapkan pada permasalahan TSP diantaranya adalah *nearest neighbor heuristic*, *cheapest insertion heuristic*, *two way exchange improvement heuristic*, *nearest insertion heuristic*, *genetic*, *ant colony optimization*, dan *branch and bound method*.

Terdapat algoritma lain yang dapat digambarkan sebagai metode untuk menemukan solusi dari suatu permasalahan TSP, yaitu algoritma *Fuzzy Evolusi*. Algoritma *Fuzzy Evolusi* merupakan perpaduan antara algoritma genetika (*evolutionary algorithm*) dengan *system fuzzy*. Tahapan-tahapan yang ada dalam algoritma *fuzzy evolusi* sama dengan tahapan yang ada dalam algoritma genetika namun untuk parameter-parameter genetika seperti probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasinya dihasilkan melalui sistem *fuzzy*. Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup, yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam atau “siapa yang kuat, dia yang bertahan (*survive*)” (Entin, 2006).

Berdasarkan uraian di atas maka pada tugas akhir ini, akan dibuat penyelesaian masalah transportasi *Bikriteria* menggunakan metode logika *fuzzy evolusi* dengan studi kasus pada PT. JNE Cabang Makassar.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka pokok permasalahan yang dihadapi yaitu :

1. Bagaimana hasil pencarian jarak minimum dari Penyelesaian Masalah Transportasi *Bikriteria* dengan Metode Logika *Fuzzy* Evolusi?
2. Bagaimana rute pengiriman barang dengan jarak minimum dari Penyelesaian Masalah Transportasi *Bikriteria* dengan Metode Logika *Fuzzy* Evolusi?

C. Fokus Penelitian dan Deskripsi Fokus

Agar dalam pengerjaan tugas akhir ini dapat lebih terarah, maka fokus penelitian penulisan ini dibatasi pada pembahasan sebagai berikut :

1. Sistem ini merupakan penyelesaian masalah transportasi *Bikriteria* pada PT. JNE Cabang Makassar
2. Sistem ini menggunakan metode logika *fuzzy* evolusi dalam penyelesaian masalah
3. Penelitian ini menghasilkan sistem berbasis desktop
4. Sistem yang dirancang bertujuan menentukan rute optimal dan hasil pencarian jarak minimum pada sektor biaya, waktu dan permintaan barang
5. Sistem yang dirancang menggunakan aplikasi *Matlab* R2008a
6. User Target dari sistem ini adalah karyawan PT. JNE Cabang Makassar

Sedangkan untuk mempermudah pemahaman dan memberikan gambaran serta menyamakan persepsi antara penulis dan pembaca, maka dikemukakan penjelasan yang sesuai dengan deskripsi fokus dalam penelitian ini.

1. Sistem yang akan dibuat adalah sistem yang di dalamnya memiliki beberapa masalah yang terjadi secara bersamaan di bidang transportasi yang lebih

dikenal dengan istilah *Bikriteria*. Sistem ini dirancang untuk mendeskripsikan suatu solusi optimal pada bidang transportasi pengiriman barang.

2. *Desktop* adalah basis yang digunakan dalam pembuatan sistem ini. *Desktop* termasuk sistem independen yang mampu beroperasi secara *offline* pada *platform* atau operator sistem tertentu.
3. Sistem ini menggunakan metode logika *fuzzy* evolusi untuk menangani ketidakpastian masalah-masalah transportasi yang memiliki banyak jawaban ke dalam suatu bahasa yang di pahami komputer.
4. Dipilihnya jasa pengiriman barang pada penelitian ini karena padatnya minat masyarakat menggunakan jasa tersebut sebagai media pengiriman jarak dekat hingga jarak jauh. Jasa pengiriman barang juga memiliki beberapa masalah yang belum sepenuhnya menemukan solusi optimal sehingga dibuatlah sebuah sistem penyelesaian masalah yang berfokus pada PT. JNE Cabang Makassar sebagai salah satu jasa pengiriman yang populer di Indonesia.

D. Kajian Pustaka

Kajian pustaka ini digunakan sebagai pembanding antara penelitian yang sudah dilakukan dan yang akan dilakukan peneliti. Beberapa penelitian tersebut diantaranya sebagai berikut :

Penelitian pertama oleh Pratama (2014) yang berjudul “*Optimasi Bikriteria Linear Programming dengan Kendala Samar Triangular*”. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu langkah-langkah penyelesaian *Bikriteria* linear programming dimana kendalanya merupakan bilangan samar triangular.

Penelitian diatas memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dibuat yaitu sama-sama menyelesaikan masalah *Bikriteria*. Sistem ini fokus pada permasalahan optimasi *Bikriteria* dimana logika samar merupakan sebuah set kendala yang akan diselesaikan. Sedangkan sistem yang akan dibuat menjadikan masalah transportasi *Bikriteria* sebagai set kendala dimana logika samar digunakan sebagai metode penyelesaian.

Penelitian kedua oleh Sari (2009) dengan judul “*Model Bikriteria untuk Menentukan Jumlah dan Lokasi Depo Air Minum Dalam Kemasan (Studi Kasus PT. X)*”. Dimana pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan konfigurasi jaringan distribusi terbaik dalam memenuhi permintaan kostumer.

Walaupun memiliki kesamaan dari segi model penggunaan namun sistem ini sudah sangat jelas berbeda dengan sistem yang dibuat. Sistem ini menentukan level agregasi yang paling baik untuk memenuhi permintaan pelanggan, luasnya cakupan area yang harus dilayani dan ketidakpastian permintaan dalam memenuhi kebutuhan pasar. Sedangkan aplikasi yang akan dibuat mencakup permasalahan dari total waktu pengiriman barang dan total keuntungan dari biaya transportasi pengiriman.

Penelitian ketiga oleh Wati (2014) dengan judul “*Penggunaan Pendekatan Fuzzy untuk Menyelesaikan Masalah Program Linear Multi-Objective dan Aplikasinya pada Masalah Transportasi*”. Aplikasi ini bertujuan untuk mendapatkan solusi optimal kompromi (solusi optimal pareto) dari suatu program linear multi objektif yang membuat derajat keanggotaan dari pemetaan evaluasi global maksimum.

Sistem ini memiliki banyak persamaan dengan sistem yang akan dibuat. Namun, pada sistem diatas fokus kepada penggunaan *fuzzy* pada masalah program linear yang kemudian diterapkan pada masalah transportasi. Sementara sistem yang akan dibuat fokus kepada masalah transportasi *Bikriteria* dan menggunakan logika *fuzzy* sebagai metode penyelesaiannya.

E. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran penyelesaian masalah transportasi *Bikriteria* dengan metode logika samar untuk menghasilkan solusi yang efektif dan efisien.

2. Kegunaan Penelitian

a. Kegunaan bagi dunia akademik

Sebagai kontribusi positif untuk kemajuan wawasan keilmuan teknologi informasi serta penerapan bahasa pemrograman tingkat tinggi untuk pengembangan pada masa yang akan datang.

b. Kegunaan bagi pengguna

Dari segi ekonomis, akan membantu pengguna dalam mengurangi penggunaan biaya dan mempermudah pengguna dalam menentukan prediksi nilai yang diperoleh.

c. Kegunaan bagi penulis

Dapat mengembangkan wawasan keilmuan dan meningkatkan pemahaman tentang bahasa pemrograman tingkat tinggi.

BAB II

TINJAUAN TEORITIS

A. *Tinjauan Islam*

Pada hakikatnya, Allah swt menjadikan darat, laut dan udara sebagai alat transportasi untuk memudahkan aktifitas manusia dalam kehidupan sehari-hari, misalnya: menunjang perkembangan pembangunan, menunjang perkembangan ekonomi hingga sebagai jasa pengiriman barang. Dengan tujuan agar manusia menyadari nikmat hidup dan menjadi orang yang senantiasa bersyukur. Beberapa dalil yang mendukung hal ini diantaranya terdapat dalam Q.S Al-Baqarah/2:164 yang berbunyi :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ
بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ
فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ
لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿١٦٤﴾

Terjemahnya:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.” (Departemen Agama, 2008).

Segala urusan dan permasalahan hidup, kita sebaiknya tidak mempersulitnya. Islam sangat menganjurkan kita agar memudahkan semua urusan dan bukan mempersulitnya. Dalam sebuah Hadist Rasulullah saw bersabda :

يسروا ولا تعسروا وبشروا ولا تنفروا

Artinya :

“Mudahkanlah dan janganlah engkau persulit orang lain dan berilah kabar gembira pada mereka, jangan membuat mereka menjadi lari” (HR. Bukhari).

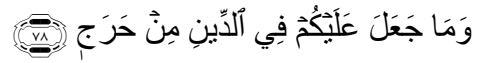
Memudahkan dan menyederhanakan segala urusan, adalah sikap mulia. Sedangkan sikap suka mempersulit merupakan perilaku tercela. Mempersulit urusan sangat dikecam dalam ajaran islam, termasuk untuk hal yang bernilai ibadah atau kebaikan. Beberapa dalil yang mendukung hal ini diantaranya terdapat dalam Q.S An-Nisa/ 04: 28 yang berbunyi :

يُرِيدُ اللَّهُ أَنْ تَحْضَرَ عَنْكُمْ وَخُلِقَ الْإِنْسَانُ ضَعِيفًا

Terjemahnya :

“Allah ingin memberikan keringanan padamu. Dan manusia diciptakan dalam kondisi lemah” (Departemen Agama, 2008).

Kemudahan dan keringanan yang senantiasa diberikan Allah swt kepada hambanya karena Allah swt tau manusia diciptakanNya dengan kondisi lemah sehingga tidak hendak memberikan kesulitan. Ayat lain yang mendukung terdapat dalam Q.S Al-Hajj/ 22 : 78 yang berbunyi :



Terjemahnya :

“Dia sekali-kali tidak menjadikan untuk kamu dalam agama suatu kesulitan”
(Departemen Agama, 2008).

Prinsip memudahkan dan tidak menyulitkan adalah prinsip utama dalam kehidupan. Dalam dunia transportasi misalnya digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari - hari. Seperti halnya dalam penelitian ini, dimana pada penelitian ini dibuatkan sebuah sistem penyelesaian masalah transportasi berbasis *desktop*.

Sistem ini dibuat untuk mendeskripsikan masalah transportasi *Bikriteria* yang mempengaruhi perkembangan bidang pengiriman barang. Selanjutnya, akan dicari solusi optimal fungsi objektif dalam masalah transportasi biasa maupun masalah transportasi dalam bentuk interval. Dari beberapa ayat dan hadist diatas mengatakan bahwa islam itu memudahkan semua urusan bukan mempersulitnya. Jadi untuk dapat memudahkan pemahaman tentang masalah transportasi maka dibuatkan media dalam menangani masalah transportasi *Bikriteria* berbasis *desktop*.

B. Sistem

Sistem berasal dari bahasa Latin (*systēma*) dan bahasa Yunani (*sustēma*) adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai

suatu tujuan. Istilah ini sering dipergunakan untuk menggambarkan suatu set entitas yang berinteraksi, dimana suatu model matematika seringkali bisa dibuat.

Sistem juga merupakan kesatuan bagian-bagian yang saling berhubungan yang berada dalam suatu wilayah serta memiliki item-item penggerak, contoh umum misalnya seperti negara. Negara merupakan suatu kumpulan dari beberapa elemen kesatuan lain seperti provinsi yang saling berhubungan sehingga membentuk suatu negara dimana yang berperan sebagai penggeraknya yaitu rakyat yang berada dinegara tersebut.

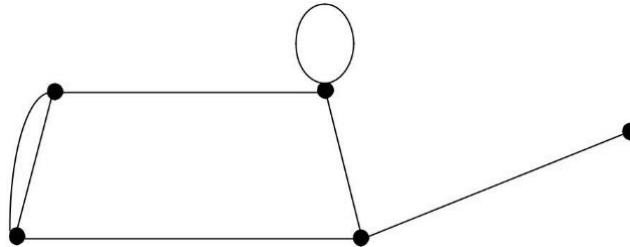
Kata "sistem" banyak sekali digunakan dalam percakapan sehari-hari, dalam forum diskusi maupun dokumen ilmiah. Kata ini digunakan untuk banyak hal, dan pada banyak bidang pula, sehingga maknanya menjadi beragam. Dalam pengertian yang paling umum, sebuah sistem adalah sekumpulan benda yang memiliki hubungan antara satu dengan yang lain (Wikipedia,2015).

C. Teori Graf

Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E) dengan notasi $G = (V, E)$, yang dalam hal ini V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul *vertices* atau *nodes*) dan E adalah himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepasang simpul (Munir, 2005).

Setiap garis berhubungan dengan satu atau dua titik. Titik-titik tersebut dinamakan Titik Ujung. Garis yang hanya berhubungan dengan satu titik ujung disebut *loop*. Dua garis berbeda yang menghubungkan titik yang sama disebut garis

paralel. Untuk lebih jelasnya, diberikan contoh graf yang direpresentasikan dengan diagram pada Gambar II.1.



Gambar II.1 Graf dengan Lima Titik dan Tujuh Sisi

Graf memiliki banyak jenis, dalam tulisan ini akan dibahas beberapa jenis graf yang sering digunakan. Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf dan berdasarkan sisi pada graf yang mempunyai orientasi arah.

Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf maka graf digolongkan menjadi dua jenis:

1. Graf sederhana (*simple graph*)

Graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda dinamakan graf sederhana.

2. Graf tak-sederhana (*unsimple graph*)

Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang dinamakan graf tak sederhana (*unsimple graph*). Ada dua macam graf tak sederhana, yaitu graf ganda (*multigraph*) atau graf semu (*pseudograph*). Graf ganda adalah graf yang mengandung sisi ganda. Graf semu adalah graf yang mengandung gelang (*loop*). Jumlah simpul pada graf

disebut sebagai kardinalitas graf, dan dinyatakan dengan $n = |V|$, dan jumlah sisi kita nyatakan dengan $m = |E|$.

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka secara umum graf dibedakan atas 2 jenis :

1. Graf tak-berarah (*undirected graph*)

Graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah disebut tak-berarah. Pada graf tak-berarah, urutan pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi tidak diperhatikan. Jadi, $(u, v) = (v, u)$ adalah sisi yang sama.

2. Graf berarah (*directed graph atau digraph*)

Graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah. Pada graf berarah, (u, v) dan (v, u) menyatakan dua buah busur yang berbeda, dengan kata lain $(u, v) \neq (v, u)$. Untuk busur (u, v) simpul u dinamakan simpul asal (*initial vertex*) dan simpul v dinamakan simpul terminal (*terminal vertex*) (Munir, 2005).

D. Travelling Salesman Problem (TSP)

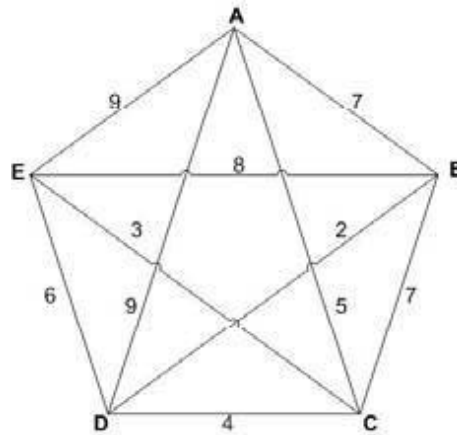
Travelling Salesman problem (TSP) merupakan masalah kombinasi optimasi dalam operasi penelitian dan teori ilmu komputer. Dengan daftar kota-kota yang akan dikunjungi, cara ini sangat tepat untuk menemukan dengan sesingkat mungkin setiap kota yang akan dikunjungi dengan waktu, dan penggunaan biaya yang tepat, dan efisien.

Masalah ini pertama kali dirumuskan sebagai masalah matematika pada tahun 1930 dan merupakan salah satu masalah yang paling intensif dalam mempelajari

masalah optimasi, dan digunakan sebagai patokan bagi banyak metode optimasi dalam jumlah besar dengan cara yang tepat, dan metode yang mudah untuk diketahui, sehingga beberapa kasus dengan puluhan ribu kota dapat diselesaikan dengan baik. TSP memiliki beberapa aplikasi, seperti perencanaan, logistik, dan manufaktur. Dalam aplikasi ini, TSP merupakan konsep jarak perjalanan waktu atau biaya. Dalam banyak aplikasi, dapat muncul kendala seperti keterbatasan sumber daya atau waktu.

Travelling Salesman Problem (TSP) adalah problem untuk mengoptimasi dan menemukan perjalanan (tour) yang paling terpendek. TSP adalah problem untuk menentukan urutan dari sejumlah kota yang harus dilalui oleh salesman, setiap kota hanya boleh dilalui satu kali dalam perjalanannya, dan perjalanan tersebut harus berakhir pada kota keberangkatannya dimana salesman tersebut memulai perjalanannya, dengan jarak antara setiap kota satu dengan kota lainnya sudah diketahui. Salesman tersebut harus meminimalkan pengeluaran biaya, dan jarak yang harus ditempuh untuk perjalanannya tersebut (Munir, 2005).

Persoalan yang dihadapi TSP ialah bagaimana merencanakan total jarak yang minimum. Untuk menyelesaikan persoalan tersebut, tidak mudah dilakukan karena terdapat ruang pencarian dari sekumpulan permutasi sejumlah kota. Maka TSP kemudian dikenal dengan persoalan Non Polinomial. Gambaran sederhana dari pengertian TSP adalah sebagai berikut:



Gambar II.2 Posisi kota yang akan dilewati (Annies et al, 2002)

Kota – kota pada gambar II.1 masing-masing mempunyai koordinat (x,y) sehingga jarak antar kedua kota dapat dihitung dengan rumus :

$$d_{(i,j)} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad \dots (II.1)$$

Keterangan :

x_i = koordinat x kota i

x_j = koordinat x kota j

y_i = koordinat y kota i

y_j = koordinat y kota j

Setelah jarak yang menghubungkan tiap kota diketahui maka dicari rute terpendek dari jalur yang akan dilewati untuk kembali ke kota awal (Munir, 2005).

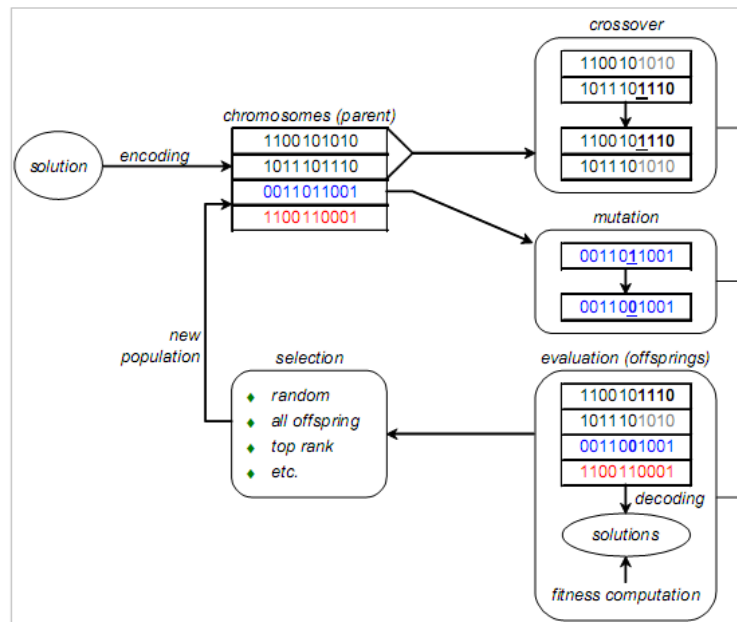
E. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika sebagai cabang dari Algoritma Evolusi merupakan metode yang digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi yaitu permasalahan-permasalahan yang tak linier (Mitsuo& Runwei, 2000).

Algoritma genetika berbeda dengan teknik konvergensi konvensional yang lebih bersifat deterministik (Gen & Cheng, 1997).

Algoritma Genetik memakai mekanisme seleksi alam dan ilmu genetika sehingga istilah-istilah pada Algoritma Genetik akan bersesuaian dengan istilah-istilah pada seleksi alam dan ilmu genetika. Sebuah solusi yang dibangkitkan dalam algoritma genetika disebut sebagai kromosom, sedangkan kumpulan kromosom-kromosom tersebut disebut sebagai populasi. Sebuah kromosom dibentuk dari komponen-komponen penyusun yang disebut sebagai gen dan nilainya dapat berupa bilangan numerik, biner, simbol ataupun karakter tergantung dari permasalahan yang ingin diselesaikan. Kromosom-kromosom tersebut akan berevolusi secara berkelanjutan yang disebut dengan generasi. Dalam tiap generasi kromosom-kromosom tersebut dievaluasi tingkat keberhasilan nilai solusinya terhadap masalah yang ingin diselesaikan (fungsi_objektif) menggunakan ukuran yang disebut dengan *fitness*.

Secara umum tahapan proses dari algoritma genetika diperlihatkan pada Gambar II.3. Seperti terlihat pada gambar, kromosom merupakan representasi dari solusi. Operator genetika yang terdiri dari *crossover* dan mutasi dapat dilakukan keduanya atau hanya salah satu saja yang selanjutnya operator evolusi dilakukan melalui proses seleksi kromosom dari *parent* (generasi induk) dan dari *offspring* (generasi turunan) untuk membentuk generasi baru (*new population*) yang diharapkan akan lebih baik dalam memperkirakan solusi optimum, proses iterasi kemudian berlanjut sesuai dengan jumlah generasi yang telah ditetapkan (Gen & Cheng, 1997).



Gambar II.3 Ilustrasi proses algoritma genetika (Gen & Cheng, 1997)

F. Teknik Pengkodean

Teknik pengkodean adalah bagaimana mengkodekan gen dari kromosom, gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen akan mewakili satu variabel. Agar dapat diproses melalui algoritma genetik, maka alternatif solusi tersebut harus dikodekan terlebih dahulu kedalam bentuk kromosom. Masing-masing kromosom berisi sejumlah gen yang mengodekan informasi yang disimpan didalam individu atau kromosom. Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk bit, bilangan real, string, daftar aturan, gabungan dari beberapa kode, elemen permutasi, elemen program atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika (Gen & Cheng, 1997).

G. Membangkitkan Populasi Awal dan Kromosom

Membangkitkan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah individu atau kromosom secara acak atau melalui prosedur tertentu. Ukuran untuk populasi tergantung pada masalah yang akan diselesaikan dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan, kemudian dilakukan pembangkitan populasi awal. Apabila ukuran populasi yang dipilih terlalu kecil, maka tingkat eksplorasi atas ruang pencarian global akan terbatas, walaupun arah menuju konvergensi lebih cepat. Apabila ukuran populasi terlalu besar, maka waktu akan banyak terbuang karena berkaitan dengan besarnya jumlah data yang dibutuhkan dan waktu ke arah konvergensi akan lebih lama (Goldberg, 1989).

H. Evaluasi Fitness

Suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya. Didalam evolusi alam, individu yang bernilai fitness tinggi yang akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai fitness rendah akan mati. (Goldberg, 1989).

I. Seleksi

Dalam proses reproduksi setiap individu populasi pada suatu generasi diseleksi berdasarkan nilai fitnessnya untuk bereproduksi guna menghasilkan keturunan. Probabilitas terpilihnya suatu individu untuk bereproduksi adalah sebesar nilai fitness individu tersebut dibagi dengan jumlah nilai fitness seluruh individu dalam populasi.

Proses seleksi memiliki beberapa jenis metode, berikut ini adalah beberapa metode seleksi yang sering digunakan yaitu:

1. Seleksi Roda *Roulette (Roulette Wheel Selection)* Metode seleksi roda roulette merupakan metode seleksi yang paling sederhana. Metode ini juga sering dikenal dengan nama *stochastic sampling with replacement*. Pada metode ini cara kerja seleksi berdasarkan nilai *fitness* dari tiap individu, jadi individu yang memiliki nilai *fitness* terbaik mempunyai kesempatan lebih besar untuk terpilih sebagai orang tua.

Langkah-langkah seleksi roulette wheel :

- a. Dihitung nilai fitness masing-masing individu (f_i dimana i adalah individu ke 1 s/d ke- n)
- b. Dihitung total fitness semua individu
- c. Dihitung fitness relatif masing-masing individu
- d. Dari fitness relatif tersebut, dihitung fitness kumulatifnya
- e. Dibangkitkan nilai random
- f. Dari bilangan random yang dihasilkan, ditentukan individu mana yang terpilih dalam proses seleksi

2. Seleksi *Ranking (Rank-based Fitness)*

Seleksi ranking merupakan metode seleksi alternatif yang bertujuan untuk menghindari terjadinya hasil konvergen yang terlalu cepat dari proses seleksi orangtua. Pada metode seleksi ini, individu-individu pada tiap populasi diurutkan

berdasarkan nilai *fitness*nya sehingga nilai yang diharapkan dari tiap individu bergantung kepada urutannya bukan hanya kepada nilai *fitness*nya.

3. Seleksi Turnamen (*Tournament Selection*)

Seleksi turnamen merupakan variasi dari seleksi roda roulette dan seleksi ranking. Pada metode seleksi ini, kromosom dipilih secara acak, kemudian diranking untuk diambil nilai *fitness* terbaiknya (Davis, 1991).

J. *Crossover*

Crossover (pindah silang) adalah proses pemilihan posisi string secara acak dan menukar karakter- karakter stringnya.

Fungsi *crossover* adalah menghasilkan kromosom anak dari kombinasi materi- materi gen dua kromosom induk. Probabilitas *crossover* (P_c) ditentukan untuk mengendalikan frekuensi *crossover* (Goldberg, 1989).

1. *One Point Crossover*

Pada *crossover* dilakukan dengan memisahkan suatu string menjadi dua bagian dan selanjutnya salah satu bagian dipertukarkan dengan salah satu bagian dari string yang lain yang telah dipisahkan dengan cara yang sama. Proses yang demikian dinamakan operator *crossover* satu titik.

Contoh:

Induk 1: 11001 | 010

Induk 2: 00100 | 111

Diperoleh :

Anak 1: 11001 | 111

Anak 2: 00100 | 010

2. *Two Point Crossover*

Proses *crossover* ini dilakukan dengan memilih dua titik *crossover*. Kromosom keturunan kemudian dibentuk dengan barisan bit dari awal kromosom sampai titik *crossover* pertama disalin dari orangtua pertama, bagian dari titik *crossover* pertama dan kedua disalin dari orangtua kedua, kemudian selebihnya disalin dari orangtua pertama lagi.

Contoh:

Induk 1: 110 | 010 | 10

Induk 2: 001 | 001 | 11

Diperoleh :

Anak 1 : 110 | 001 | 10

Anak 2 : 001 | 010 | 11

3. *Uniform Crossover*

Crossover seragam menghasilkan kromosom keturunan dengan menyalin bit-bit secara acak dari kedua orangtuanya.

Contoh:

11001011 + 11011101 = 11011111

4. *Partially Mapped Crossover (PMX)*

PMX diciptakan oleh Goldberg dan Lingle. PMX merupakan rumusan modifikasi dari pindah silang dua-poin. Hal yang penting dari PMX adalah pindah silang dua poin ditambah dengan beberapa prosedur tambahan.

Contoh:

Pilih posisi untuk menentukan substring secara acak

Induk 1 : 1 2 3 | 4 5 6 | 7 8

Induk 2 : 3 7 5 | 1 6 8 | 2 4

Diperoleh :

Anak 1 : 4 2 3 | 1 6 8 | 7 5

Anak 2 : 3 7 8 | 4 5 6 | 2 1 (Goldberg, 1989).

K. Mutasi

Operator mutasi dioperasikan sebagai cara untuk mengembalikan materi genetic yang hilang. Melalui mutasi, individu baru dapat diciptakan dengan melakukan modifikasi terhadap satu atau lebih nilai gen pada individu yang sama. Mutasi mencegah kehilangan total materi genetika setelah reproduksi dan pindah silang. Mutasi ini berperan untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi akibat seleksi yang memungkinkan munculnya kembali gen yang tidak muncul pada inisialisasi populasi (Goldberg, 1989).

Melakukan inversi pada bit yang terpilih, 0 menjadi 1 dan sebaliknya, 1 menjadi 0.

Contoh :

11001001 => 10001001

Order changing dengan memilih dua nilai dari gen dan menukarnya.

Contoh :

(1 2 3 4 5 **8** 9 7) => (1 **8** 3 4 5 6 **2** 9 7)

L. Logika Fuzzy

1. Pengertian Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali ditemukan oleh professor Lotfi A.Zadeh, dari Universitas California, pada bulan juni 1965. Logika *fuzzy* merupakan generalisasi dari logika klasik yang hanya memiliki dua nilai keanggotaan, yaitu 0 dan 1. Dalam logika *fuzzy*, nilai kebenaran suatu pernyataan berkisar dari sepenuhnya benar, sampai dengan sepenuhnya salah. Dengan teori himpunan *fuzzy*, suatu objek dapat menjadi anggota dari banyak himpunan dengan derajat keanggotaan yang berbeda dalam masing-masing himpunan. Konsep ini berbeda dengan himpunan klasik (*crisp*). Teori himpunan klasik tergantung pada logika dua nilai (*two valued logic*) untuk menentukan apakah sebuah objek merupakan suatu anggota himpunan atau bukan. (Kusumadewi, 2010: 1)

2. Perbedaan himpunan *fuzzy* dengan himpunan pasti (*Crisp*)

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki dua kemungkinan (Kusumadewi, 2010: 3)

- a) Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan.
- b) Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

3. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu :

- a) *Linguistik*, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : muda, tua, parobaya.
- b) *Numeris*, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 40, 25, 50.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

- a) Variabel *fuzzy*, merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.
- b) Himpunan *fuzzy*, merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy* (Kusumadewi, 2010).

4. Domain

Domain himpunan *fuzzy* merupakan keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. (Kusumadewi, 2010: 15)

5. Fungsi keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 dan 1.

Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan (Kusumadewi, 2010: 34), yaitu :

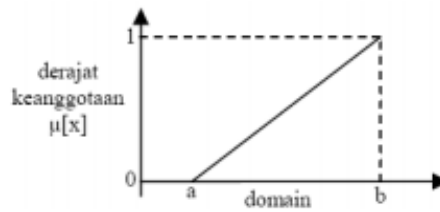
- a) Representasi linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* linear, yaitu:

1. Representasi linear naik

Kenaikan himpunan dimulai pada nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak kekanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.



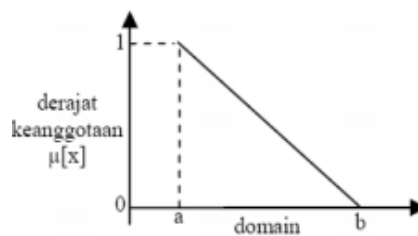
Gambar II. 4 Representasi linear naik. (Kusumadewi, 2010)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ (x-a) / (b-a); & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

2. Representasi linear turun

Representasi linear turun merupakan kebalikan dari linear naik. Garis lurus dimulai dari domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih sedikit.



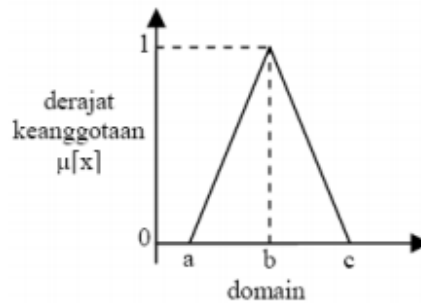
Gambar II. 5 Representasi linear turun (Kusumadewi, 2010)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq b \\ (b-x) / (b-a) ; & a < x < b \\ 1; & x \leq a \end{cases}$$

b) Representasi kurva segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear)



Gambar II. 6 Representasi kurva segitiga (Kusumadewi, 2010)

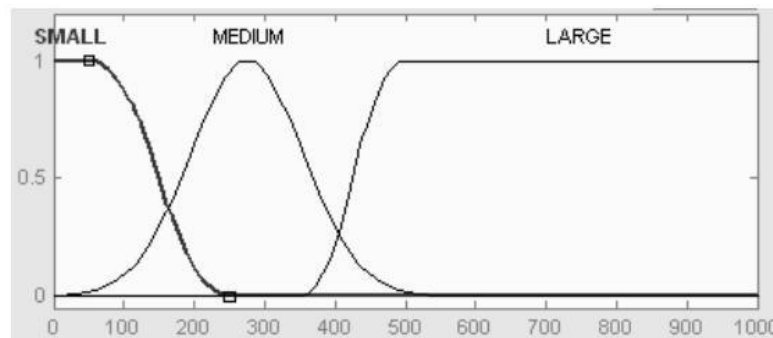
Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq c \text{ atau } x \leq a \\ (x-a) / (b-a) ; & a < x < b \\ (c-x) / (c-b) & b < x < c \end{cases}$$

M. Metode Mamdani

Aturan-aturan yang dikembangkan oleh Xu diimplementasikan dalam sistem fuzzy mamdani, tetapi perlu diperhatikan supaya sistem fuzzy mamdani dapat menghasilkan hasil tentunya diperlukan semesta pembicaraan dan domain yang memberikan nilai batas untuk setiap himpunan yang ada pada tiap variabel. Misal nilai untuk semesta pembicaraan pada variabel populasi adalah [0 1000], yang berarti

dalam variabel populasi memiliki batas semesta pembicaraan mulai batas nilai nol (0) sampai nilai seribu (1000). Sedangkan misal domain untuk himpunan SMALL pada variabel populasi adalah [50 250], yang berarti batas populasi dikatakan SMALL jika bernilai antara lima puluh (50) dan dua ratus lima puluh (250). Adapun semesta pembicaraan dan domain yang digunakan dalam model Xu, ditentukan oleh peneliti karena hal ini belum ditemukan studi literatur yang menjelaskan tentang hal ini. Gambar II.7 sampai dengan II.10 adalah gambar yang menjelaskan tentang semesta



pembicaraan dan domain yang digunakan peneliti:

Gambar II.7 Semesta pembicaraan dan domain untuk variabel populasi (Muzid, 2008)

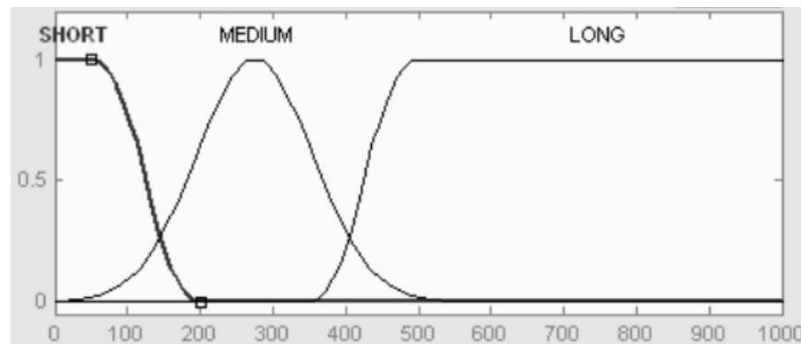
Pada semesta pembicaraan dan domain untuk populasi, aturan nilai yang digunakan adalah sebagai berikut:

Semesta pembicaraan : [0 1000]

Domain Small : [50 250]

Domain Medium : [80 275]

Domain Large : [350 500]



Gambar II.8 Semesta pembicaraan dan domain Untuk variabel generasi (Muzid, 2008)

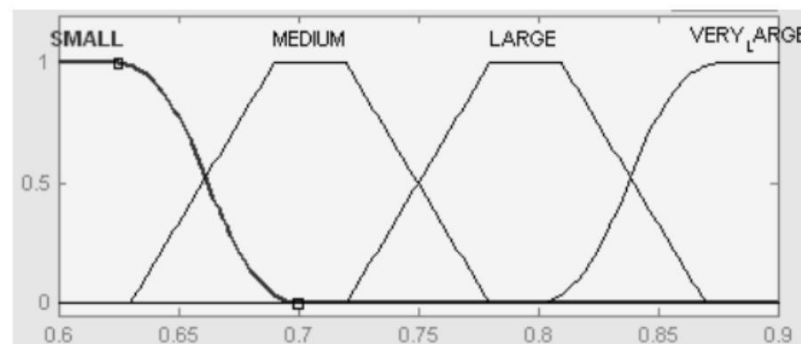
Pada semesta pembicaraan dan domain untuk populasi, aturan nilai yang digunakan adalah sebagai berikut:

Semesta pembicaraan : [0 1000]

Domain Small : [50 200]

Domain Medium : [80 275]

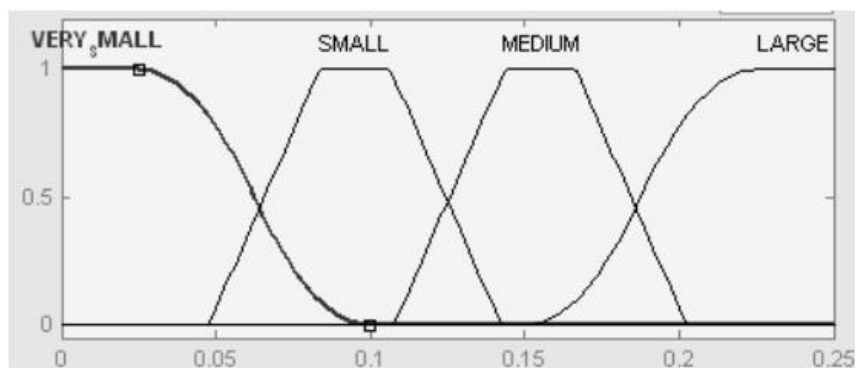
Domain Large : [350 500]



Gambar II.9 Semesta pembicaraan dan domain untuk Variabel probabilitas crossover (Muzid, 2008)

Pada umumnya probabilitas untuk *crossover* adalah antara 0.6 sampai 0.9. sehingga pada semesta pembicaraan dan domain untuk hasil output yaitu nilai probabilitas crossover, aturan nilai yang digunakan adalah sebagai berikut:

Semesta pembicaraan :	[0.6 0.9]
Domain Small :	[0.625 0.7]
Domain Medium :	[0.63 0.7 0.72 0.78]
Domain Large :	[0.72 0.78 0.8 0.87]
Domain Very Large :	[0.8 0.875]



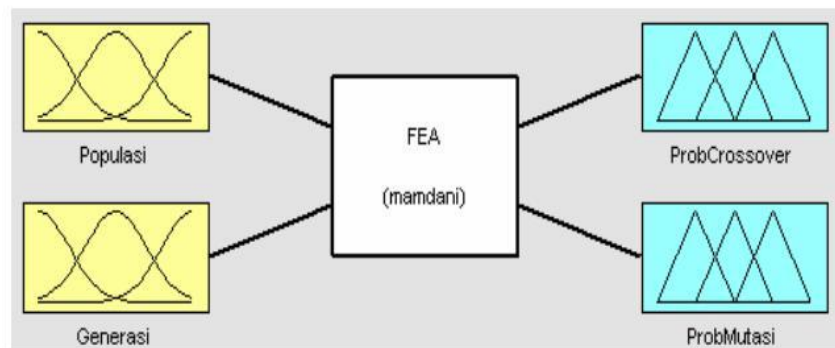
Gambar II.10 Semesta pembicaraan dan domain untuk variabel probabilitas mutasi (Muzid, 2008)

Sedangkan untuk probabilitas mutasi pada umumnya sangat kecil, sekitar 1 dibagi dengan jumlah gen yang digunakan. Artinya peluang mutasi hanya terjadi pada kisaran satu gen saja pada tiap individu atau dengan kata lain probabilitas

mutasi mendekati nol (0). Sehingga pada semesta pembicaraan dan domain untuk nilai probabilitas mutasi, aturan nilai yang digunakan adalah sebagai berikut.

Semesta pembicaraan :	[0 0.25]
Domain Very Small :	[0.025 0.1]
Domain Small :	[0.047 0.083 0.1 0.14]
Domain Medium :	[0.1 0.14 0.167 0.2]
Domain Large :	[0.15 0.225]

Berikut ini adalah proses sistem fuzzy Mamdani yang digunakan pada penentuan nilai fuzzy untuk parameter probabilitas crossover dan mutasi pada algoritma fuzzy evolusi.



Gambar II.11 Alur proses sistem fuzzy mamdani (Muzid, 2008)

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan: (Muzid, 2008);

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Aplikasi fungsi implikasi

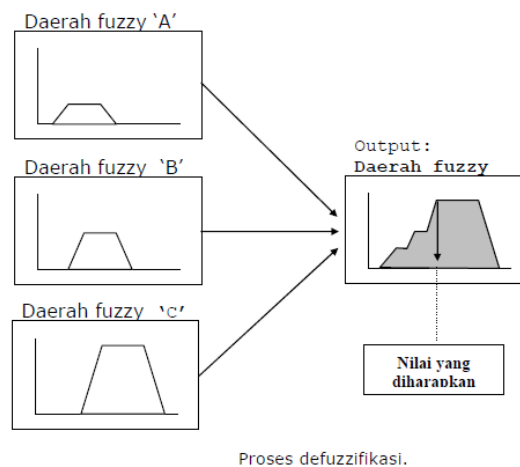
Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

3. Komposisi aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: max, additive dan probabilistik OR (probor).

4. Penegasan (defuzzifikasi)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output seperti terlihat pada Gambar II.11.



Gambar II.12 Proses Defuzzifikasi

N. Algoritma Fuzzy Evolusi

Algoritma *fuzzy* evolusi adalah sebuah teknik komputasi gabungan antara algoritma genetika dan logika *fuzzy*. Metode ini hampir sama dengan metode algoritma genetika, namun parameter-parameter yang dipakai dihasilkan dari sebuah sistem *fuzzy*.

Dalam algoritma *fuzzy* evolusi, proses yang terjadi atau alur proses sama seperti dengan algoritma genetika, yang dikenalkan oleh John Holland dari Universitas Michigan (1975), dimana algoritma genetika merupakan teknik pencarian heuristik berdasar mekanisme evolusi biologis yang meniru dari teori Darwin dan operasi genetika pada kromosom. Dari pada memilih nilai acak dari orang tua, aturan *fuzzy* didefinisikan untuk memilih aturan yang optimal. Sistem yang diusulkan adalah untuk mengoptimalkan proses hasil dari algoritma genetika dalam kasus DPX pindah silang. Dalam algoritma *fuzzy* evolusi terdapat enam tahap utama, yaitu:

1. Representasi kromosom.
2. Inisialisasi Populasi.
3. Fungsi evaluasi.
4. Seleksi.

5. Operator genetika, meliputi operator rekombinasi (*crossover*) dan mutasi.
6. Penentuan parameter, yaitu parameter kontrol algoritma genetika, yaitu: ukuran populasi (*popsize*), peluang *crossover* (Pc), dan peluang mutasi (pm). Dalam penentuan parameter ini dilakukan proses sistem *fuzzy* untuk mendapatkan nilai yang akan digunakan sebagai parameter (Bindu & Tanwar, 2012:418).

O. Matlab (Matrix Laboratory)

Matlab merupakan bahasa pemrograman dengan kemampuan tinggi dalam bidang komputasi. *Matlab* memiliki kemampuan mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman. Oleh karenanya, *Matlab* banyak digunakan dalam bidang riset-riset yang memerlukan komputasi numerik yang kompleks. Penggunaan *Matlab* meliputi bidang–bidang:

1. Matematika dan Komputasi
2. Pembentukan *Algorithm*
3. Akusisi Data
4. Pemodelan, simulasi, dan pembuatan *prototype*
5. Analisa data, *explorasi*, dan visualisasi
6. Grafik Keilmuan dan bidang Rekayasa

Matlab merupakan kepanjangan dari *Matrix Laboratory*. Sesuai dengan namanya, struktur data yang terdapat dalam *Matlab* menggunakan matriks atau array berdimensi dua (*double*). Oleh karenanya penguasaan teori matriks mutlak

diperlukan bagi pengguna pemula *Matlab* agar mudah dalam mempelajari dan memahami operasi-operasi yang ada di *Matlab*. (Wikipedia, 2013)

Berikut ini merupakan bagian-bagian dasar pada *Matlab* :

4. Variabel dan Operator

Seperti bahasa pemrograman lainnya, *Matlab* pun memiliki variabel, tetapi dalam penulisannya, variabel di dalam *Matlab* tidak perlu dideklarasikan, karena *Matlab* mampu mengenali tipe data dari variabel dari isi variabel tersebut. Aturan penulisan variabel pada *Matlab* sama dengan aturan pada bahasa pemrograman lainnya, yaitu bersifat *case sensitive*, diawali dengan huruf dan selanjutnya boleh menggunakan gabungan huruf-angka atau tanda garis bawah. *Matlab* mampu mengenali sampai 31 karakter pertama, selanjutnya diabaikan. Semua tipe data di *Matlab* memiliki bentuk yang sama, yaitu array. Array minimal berukuran 0x0 dan dapat bertambah menjadi array $n \times m$ dimensi dengan sebarang ukuran. *Matlab* mempunyai beberapa tipe data dasar (atau class), yaitu: *logical*, *char*, *numeric*, *cell*, *structure*, *java classes*, *function handles*.

Di dalam *Matlab*, operator diklasifikasikan menjadi tiga bagian, yaitu:

a) Operator Arimatika

Operator aritmatika digunakan untuk mengerjakan komputasi numeric.

Tabel II. 1 Operator Aritmetika (Firmansyah, 2003)

Operator	Arti
+	Penjumlahan
-	Pengurangan
*	Perkalian (aturan matriks)
.*	Perkalian masing-masing elemen yang bersesuaian (aturan array)
/	Pembagian kanan (matriks)
./	Pembagian kanan (array)
\	Pembagian kiri (matriks)
.\	Pembagian kiri (array)
^	Perpangkatan (matriks)
.^	Perpangkatan (array)
:	Langkah

b) Operator Relasional

Operator relasional digunakan untuk membandingkan operand-operand secara kuantitatif

Tabel II. 2 Operator Relasional (Firmansyah, 2003)

Operator	Arti
==	Sama dengan
~=	Tidak sama dengan

<	Kurang dari
>	Lebih dari
<=	Kurang dari sama dengan
>=	Lebih dari sama dengan

c) Operator Logika

Tabel II. 3 Operator Logika (Firmansyah, 2003)

Operator	Arti
&	Akan menghasilkan nilai 1 jika kedua elemen yang bersesuaian memiliki nilai true dan 0 untuk lainnya
	Akan bernilai 1 jika salah satu elemennya true
~	Komplen dari elemen yang diinputkan
xor	Akan bernilai 1 jika salah satu dari kedua elemen memiliki nilai berbeda dan bernilai nol jika sama

5. Matriks

Matlab menggunakan matriks sebagai dasar komputasinya, maka pengetahuan tentang matriks sangatlah diperlukan bagi pengguna *Matlab*.

6. Pemrograman M-File

M-file merupakan sederetan perintah *Matlab* yang dituliskan secara berurutan sebagai sebuah file. Nama file yang tersimpan akan memiliki ekstensi *.m* yang menandakan bahwa file yang dibuat adalah file *Matlab*. M-file dapat ditulis sebagai sebuah *script* atau dapat pula ditulis sebagai sebuah fungsi yang menerima argument atau masukan yang menghasilkan output.

7. Grafik

Matlab mempunyai bermacam-macam fungsi untuk menampilkan grafik, dimana setiap fungsi memiliki perbedaan dalam menskalakan garis sumbu. Setiap menerima inputan dalam bentuk vektor atau matriks, *Matlab* akan menskalakan secara otomatis.

8. Bar

Fungsi bar digunakan untuk menampilkan data yang berbentuk vektor maupun matriks. Grafik bar digunakan untuk menampilkan sekumpulan data selama kurun waktu tertentu dan cocok untuk menampilkan data dalam bentuk diskrit.

9. Statement Kontrol

Sama seperti bahasa pemrograman yang lain, *Matlab* juga memiliki statemen kontrol. Berikut adalah beberapa pembahasan statemen kontrol yang ada di *Matlab*:

a) *if*, *else*, dan *elseif*

if merupakan statemen kontrol yang digunakan untuk mengevaluasi ekspresi logika dan mengeksekusi kelompok statement yang didasarkan pada nilai ekspresi.

b) While

While digunakan untuk melakukan proses perulangan selama kondisi ekspresi terpenuhi. Begitu kondisi sudah tidak terpenuhi maka proses perulangan akan langsung dihentikan.

c) For

For digunakan untuk melakukan proses perulangan selama kondisi ekspresi terpenuhi. Perbedaannya dengan *while* adalah pada *for* jumlah perulangan dapat diketahui, sedangkan pada *while* bergantung pada nilai ekspresi.

d) continu dan break





Statmen *continu* dan *break* digunakan pada statemen kontrol *for* atau *while*. Fungsi *continu* adalah melanjutkan ke iterasi berikutnya tanpa menjalankan statemen yang ada dibawah kondisi *continu*. Sedangkan *break*, digunakan untuk menghentikan proses iterasi tanpa melanjutkan perulangan (Agus, 2009).

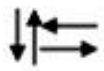



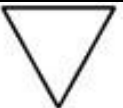
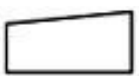
P. Daftar Simbol

1. Flowmap

Flowmap atau bagan alir adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program atau prosedur sistem secara logika. *Flowmap* ini berfungsi untuk memodelkan masukan, keluaran, proses maupun transaksi dengan menggunakan simbol-simbol tertentu. Pembuatan *flowmap* ini harus dapat memudahkan bagi pemakai dalam memahami alur dari sistem atau transaksi. Terdapat simbol-simbol standar dalam *flowmap* yaitu terlihat pada tabel II.4.

Tabel II.4 Simbol–symbol *Flowmap* (Sakinah, 2002)

Simbol	Nama	Keterangan
	Terminator awal / akhir program	Untuk memulai dan mengakhiri suatu program
	Dokumen	Menunjukkan dokumen berupa dokumen input dan output pada proses manual dan proses berbasis komputer
	Proses Manual	Menunjukkan proses yang dilakukan secara manual.
	Proses Komputer	Menunjukkan proses yang dilakukan secara komputerisasi

	Arah aliran data	Menunjukkan arah aliran dokumen antar bagian yang terkait pada suatu sistem.
	Penyimpanan Manual	Menunjukkan media penyimpanan data / informasi secara manual
	Data	Simbol input/output digunakan untuk mewakili data input/output
	File Harddisk	Media penyimpanan dari proses entry data dan proses komputerisasi
	Offline Storage	Media penyimpanan data berupa arsip
	Keyboard	Proses penyimpanan menggunakan keyboard

Seorang analis dan programmer akan membuat *flowmap* ada beberapa petunjuk yang harus diperhatikan, seperti:


- Flowmap* digambarkan dari halaman atas ke bawah dan dari kiri ke kanan.
- Aktivitas yang digambarkan harus didefinisikan secara hati-hati dan definisi ini harus dapat dimengerti oleh pembacanya.



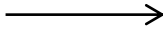
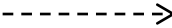

- c) Kapan aktifitas dimulai dan berakhir harus ditentukan secara jelas.
- d) Setiap langkah dan aktifitas harus diuraikan dengan menggunakan deskripsi kata kerja, misalkan menghitung pajak penjualan.
- e) Setiap langkah dari aktifitas harus berada pada urutan yang benar.
- f) Lingkup dan range dari aktifitas yang sedang digambarkan harus ditelusuri dengan hati-hati. Perbincangan-perbincangan yang memotong aktifitas yang sedang digambarkan tidak perlu digambarkan pada *flowmap* yang sama. Symbol konektor harus digunakan dan percabangannya diletakkan pada halaman yang terpisah atau hilangkan seluruhnya bila percabangannya tidak berkaitan dengan sistem.
- g) Gunakan simbol-simbol *flowmap* yang standar.

2. Use Case Diagram

Use case diagram merupakan gambaran skenario dan interaksi antara pengguna dan sistem. Use case diagram menggambarkan hubungan antara actor dan kegiatan yang dapat dilakukan terhadap aplikasi.

Tabel II.5 Simbol–simbol Use Case Diagram (Rosenberg, 2007)

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Actor</i>	Menspesifikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan <i>use case</i>






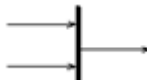
	<i>Use Case</i>	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil terukur bagi suatu actor
	<i>System</i>	Menspesifikasikan paket yang menampilkan sistem secara terbatas
	<i>Unidirectional Association</i>	Menggambarkan relasi antara actor dengan use case dan proses berbasis computer
	<i>Dependencies or Instantiates</i>	Menggambarkan kebergantungan (<i>dependencies</i>) antar item dalam diagram
	<i>Generalization</i>	Menggambarkan relasi lanjut antar use case atau menggambarkan struktur pewarisan antar actor


3. Activity Diagram

Activity diagram adalah representasi grafis dari seluruh tahapan alur kerja yang mengandung aktivitas, pilihan tindakan, perulangan dan hasil dari aktivitas

tersebut. Diagram ini dapat digunakan untuk menjelaskan proses bisnis dan alur kerja operasional secara langkah demi laangkah dari komponen suatu sistem.

Tabel II.6 Simbol–simbol Activity Diagram (Herry, 2014)





Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Action</i>	State dari sistem yang mencerminkan eksekusi dari suatu aksi
	<i>Start State</i>	Bagaimana objek dibentuk atau diawali
	<i>End State</i>	Bagaimana objek dibentuk atau diakhiri
	<i>State Transtition</i>	<i>State Transtition</i> menunjukkan kegiatan apa berikutnya setelah suatu kegiatan
	<i>Fork</i>	Percabangan yang menunjukkan aliran pada <i>activity diagram</i>
	<i>Join</i>	Percabangan yang menjadi arah aliran pada <i>activity diagram</i>



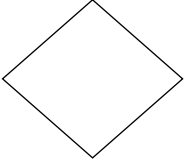

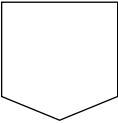
	<i>Decision</i>	Pilihan untuk mengambil keputusan
---	-----------------	-----------------------------------

4. Flowchart

Flowchart atau Bagan alir adalah bagan (*chart*) yang menunjukkan alir (*flow*) di dalam program atau prosedur sistem secara logika. Bagan alir (*flowchart*) digunakan terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi.

Tabel II.7 Daftar Simbol *Flowchart* (Kristanto, 2003)

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Terminator</i>	Permulaan atau akhir program
	<i>Flow Line</i>	Arah aliran program
	<i>Preparation</i>	Proses inisialisasi atau pemberian harga awal
	<i>Process</i>	Proses perhitungan atau proses pengolahan data

	<p><i>Input/Output Data</i></p>	<p>Proses <i>input</i> atau <i>output</i> data, parameter, informasi</p>
	<p><i>Predefined Process</i></p>	<p>Permulaan sub program atau proses menjalankan sub program</p>
	<p><i>Decision</i></p>	<p>Perbandingan pernyataan, penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya</p>
	<p><i>On Page Connector</i></p>	<p>Penghubung bagian-bagian <i>flowchart</i> yang ada pada satu halaman</p>
	<p><i>Off Page Connector</i></p>	<p>Penghubung bagian-bagian <i>flowchart</i> yang ada pada halaman berbeda</p>

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, jenis penelitian kualitatif yang digunakan adalah *Design and Creation*. Dipilihnya jenis penelitian ini oleh penulis dikarenakan konsep dari *Design and Creation* sangat tepat untuk mengelola penelitian ini. Disamping melakukan penelitian tentang judul ini, penulis juga mengembangkan produk berdasarkan penelitian yang dilakukan. Adapun lokasi yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah perusahaan pengiriman barang PT. JNE Cabang Makassar.

Design and Creation adalah metodologi yang berdasar pada model-model yang akan diproduksi dan tahapan-tahapan proses yang harus diikuti untuk memecahkan masalah menggunakan IT (*Information Technology*) dengan fokus pada pembangunan produk baru ICT (*Infromation and Communication Technology*) (Iswandono, 2015).

B. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian saintifik yaitu pendekatan berdasarkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

C. Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini adalah menggunakan *Library Research* yang merupakan cara mengumpulkan data dari beberapa buku, jurnal, skripsi, tesis

maupun literature yang berkaitan tentang logika samar maupun tentang masalah transportasi *Bikriteria* yang dapat dijadikan acuan pembahasan dalam masalah ini. Selain itu sumber data juga diperoleh dari data *online* atau *internet*.

D. Metode Pengumpulan Data

1. Teknik Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab langsung antara pengumpul data terhadap narasumber/ sumber data untuk menggali informasi kebutuhan aplikasi.

2. Studi Literatur

Studi literatur adalah salah satu metode pengumpulan data dengan cara membaca buku-buku dan jurnal sesuai dengan data yang dibutuhkan. Pada penelitian ini, dipilih studi literatur untuk mengumpulkan referensi dari jurnal-jurnal yang memiliki kemiripan dalam pembuatan aplikasi ini.

E. Instrumen Penelitian

Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu :

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk mengembangkan dan mengumpulkan data pada aplikasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Laptop Toshiba Satellite L735
- b. Prosesor *Intel Core i3*
- c. Printer

2. Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam aplikasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Sistem Operasi Windows 7
- b. *Matlab*

3. Kebutuhan *Brainware*

Adapun kebutuhan *Brainware* pada aplikasi ini meliputi:

- a. *Maker* (Pembuat), orang yang akan bertugas membuat aplikasi
- b. *Tester* (Penguji), orang yang akan melakukan pengujian kelayakan aplikasi.
- c. *User* (Pengguna), orang yang akan menggunakan aplikasi.

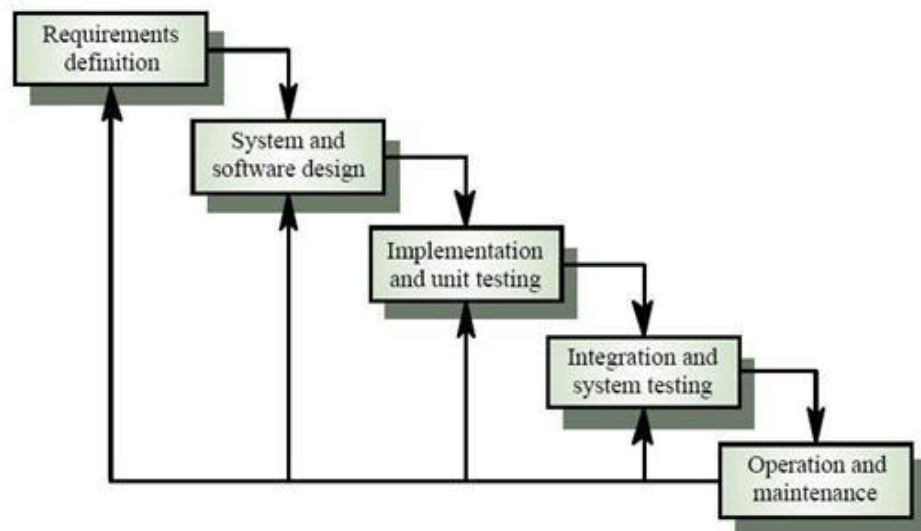
F. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Analisis data terbagi menjadi dua yaitu, metode analisis kuantitatif dan metode analisis kualitatif. Analisis kuantitatif ini menggunakan data statistik dan dapat dilakukan dengan cepat, sementara analisis kualitatif ini digunakan untuk data kualitatif. Data yang digunakan adalah berupa catatan-catatan yang biasanya cenderung banyak dan menumpuk sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat menganalisisnya secara seksama.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode analisis kualitatif. Analisis kualitatif adalah prosedur penelitian yang bermaksud untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian misalnya perilaku,

persepsi, motivasi, tindakan, dll. Secara holistik, dengan cara deskriptif dalam bentuk kata-kata dan bahasa (Moelong, 2002).

Metode perencanaan aplikasi yang digunakan adalah *waterfall* merupakan salah satu metode dalam SDLC. Metode ini dipilih dikarenakan proses perancangan aplikasi dilakukan tahap demi tahap dimulai dari *Requirements analysis and definition*, *System and Software design*, *Implementation*, *Integration and System testing* dan *Operation and maintenance*.



Gambar III.1 Model Waterfall (Pressman, 2001)

Berikut ini adalah deskripsi dari tahap model *Waterfall* :

1. *Requirement Analysis*

Seluruh kebutuhan *software* harus bisa didapatkan, termasuk didalamnya kegunaan *software* yang diharapkan pengguna dan batasan *software*.

2. *System Design*

Sebelum melakukan *coding*, terlebih dahulu memberikan gambaran apa yang seharusnya dikerjakan dan bagaimana tampilannya.

3. *Implementation*

Pembuatan *software* dipecah menjadi modul-modul kecil yang nantinya akan digabungkan dalam tahap berikutnya.

4. *Integration dan Testing*

Penggabungan modul-modul yang sudah dibuat dan dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan untuk menemukan kemungkinan adanya kesalahan serta memastikan output yang dihasilkan sesuai dengan diinginkan.

5. *Operation dan Maintenance*

Software yang sudah jadi dijalankan serta dilakukan pemeliharaan, baik itu peningkatan kebutuhan user ataupun pengembangan *software* menjadi lebih kompleks (Pressman, 2001).

G. Teknik Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan proses pengeksekusian sistem perangkat lunak untuk menentukan apakah sistem perangkat lunak tersebut cocok dengan spesifikasi sistem dan berjalan dengan lingkungan yang diinginkan. Pengujian sistem sering diasosiasikan dengan pencarian *bug*, ketidak sempurnaan program, kesalahan pada baris program yang menyebabkan kegagalan pada eksekusi sistem perangkat lunak.

Adapun pengujian sistem yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *Black Box*. Pengujian dilakukan dengan metode *Black Box*, karena dengan pengujian *Black*

Box akan lebih mudah dan cepat untuk menguji fungsional perangkat lunak berjalan seperti yang diharapkan. (Simarmata, 2010).

BAB IV

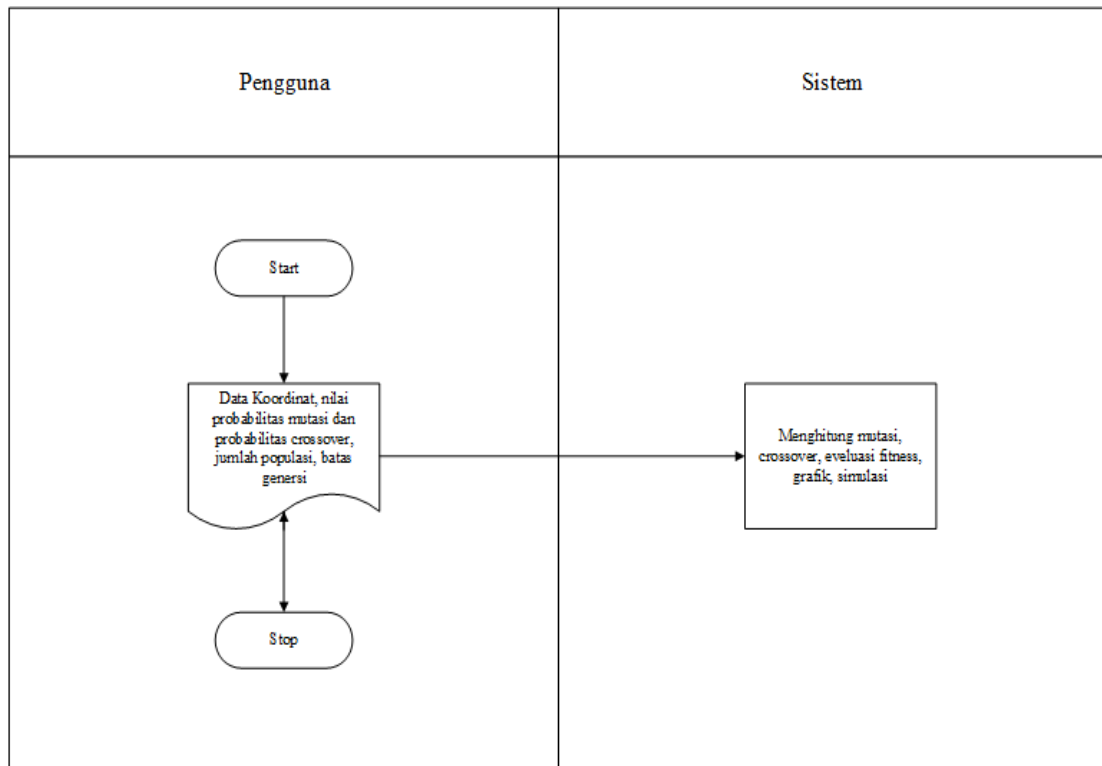
ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Analisis Sistem yang Sedang Berjalan

Tahap yang perlu dilakukan sebelum mengembangkan suatu sistem adalah menganalisis sistem yang sedang berjalan. Kemudian mencari kelemahan yang terdapat pada sistem tersebut untuk kemudian dijadikan landasan usulan perancangan sistem yang baru.

Analisis sistem adalah penelitian atas sistem yang telah ada dengan tujuan untuk merancang sistem yang baru atau diperbarui. Tahap analisis sistem ini merupakan tahap yang sangat kritis dan sangat penting, karena kesalahan didalam tahap ini akan menyebabkan juga kesalahan selanjutnya. Melalui analisis terhadap sistem yang sedang berjalan memungkinkan untuk menemukan kelebihan ataupun kekurangan dalam sistem tersebut sehingga akan mempermudah dalam membangun sistem baru yang lebih baik, yang diharapkan mampu mengatasi segala kelemahan ataupun kekurangan dalam sistem yang lama.

Berikut ini merupakan *flowmap* diagram yang menampilkan proses penyelesaian masalah transportasi *Bikriteria* pada sistem yang sedang berjalan dimana proses yang terjadi secara manual. Dapat dilihat pada gambar IV.1



Gambar IV.1 Flowmap Analisis yang Sedang Berjalan

Penjelasan dari gambar IV.1 adalah dimana setiap pengguna mengimputkan nilai-nilai yang dibutuhkan sistem. Seperti data koordinat, probabilitas mutase, probabilitas *crossover*, jumlah populasi dan batas generasi yang dimana data tersebut akan diolah oleh sistem dengan melakukan proses perhitungan *crossover*, mutasi dan evaluasi *fitness*. Dan dari hasil tersebut diperoleh grafik *fitness* serta simulasi yang menampilkan rute jalur, panjang jalur terbaik, nilai *fitness* tertinggi dan waktu eksekusi.

B. Analisis Sistem yang diusulkan

Analisis sistem merupakan penguraian dari suatu sistem yang utuh ke dalam bagian-bagian komponen untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan. Bagian analisis terdiri dari analisis masalah, analisis kebutuhan, dan analisis perancangan data.

1. Analisis Masalah

Sistem ini merupakan sistem meminimalisasikan nilai fungsi maksimal dengan logika samar yang berguna untuk menghasilkan solusi permasalahan transportasi pengiriman barang yang optimal. Untuk mempermudah perhitungannya dilakukan dengan mengembangkan sebuah program komputer.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

a. Analisis Kebutuhan Antarmuka (*Interface*)

Kebutuhan-kebutuhan antarmuka untuk pembangunan aplikasi ini yaitu sebagai berikut :

1. Sistem yang dibangun akan mempunyai *interface* yang *familiar* dan mudah digunakan bagi *user*
2. Sistem menampilkan home yang terdiri dari beberapa menu pilihan.
3. Sistem menampilkan form login
4. Sistem menampilkan grafik dari solusi optimal yang diusulkan

b. Kebutuhan Data

Data yang diolah oleh sistem ini meliputi data daftar pelanggan, data transaksi, data pengiriman dan data barang.

c. Kebutuhan Fungsional

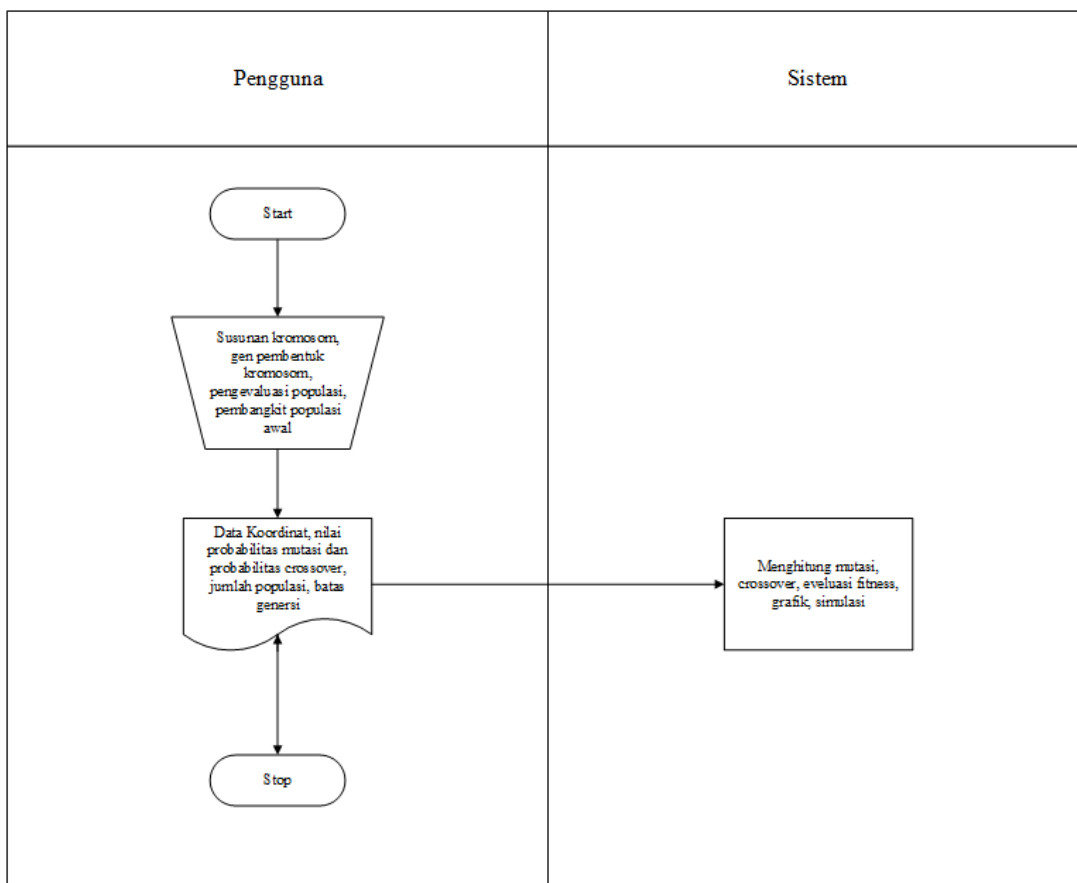
Kebutuhan fungsional merupakan penjelasan proses fungsi yang berupa penjelasan secara terinci setiap fungsi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Fungsi-fungsi yang dimiliki oleh aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Menampilkan data koordinat
2. Menampilkan proses perhitungan *fitness* terbaik, *fitness* rata-rata, panjang jalur terbaik, probabilitas mutasi, probabilitas *crossover* dan waktu eksekusi
3. Menampilkan grafik rute koordinat alamat tujuan
4. Menampilkan data lengkap proses perhitungan sampel data populasi dan generasi.

Berikut ini adalah tahapan analisis kebutuhan fungsional sistem aplikasi pengenalan dan simulasi permainan tradisional. Analisis yang dilakukan dimodelkan dengan menggunakan *UML (Unified Modeling Language)*. Tahap-tahap pemodelan dalam analisis tersebut antara lain *usecase diagram*, *class diagram*, *sequence diagram* dan *activity diagram*.

C. Perancangan Sistem

1. Flowmap



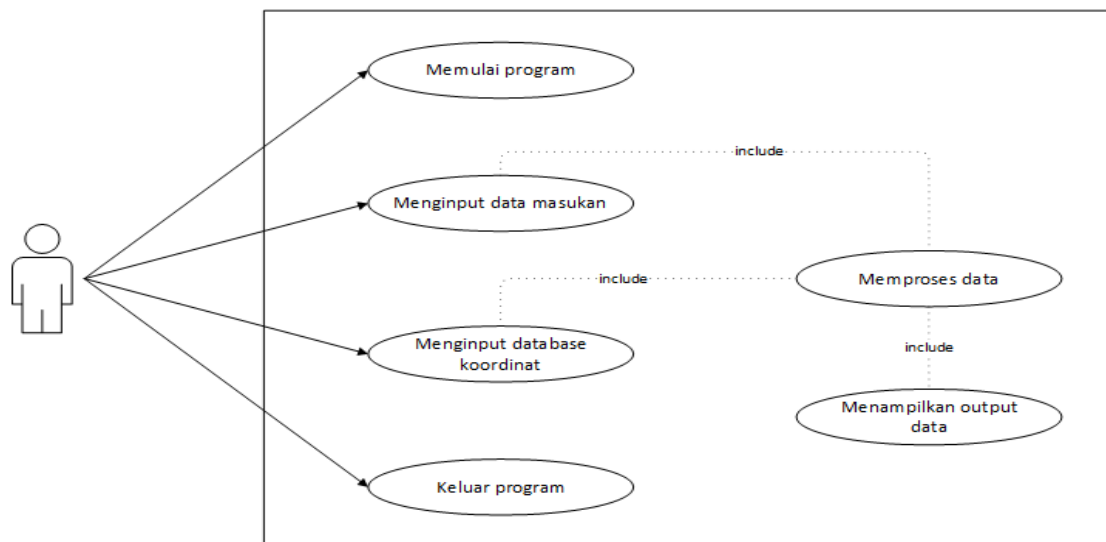
Gambar IV.2 Flowmap Analisis yang Diusulkan

Penjelasan dari gambar IV.2 adalah dimana setiap pengguna menghitung secara manual susunan kromosom, gen pembentuk kromosom, pengevaluasi populasi dan pembangkitan awal beberapa populasi. Setelah proses tersebut selesai barulah proses selanjutnya dilakukan yaitu menginputkan nilai-nilai yang dibutuhkan sistem. Seperti data koordinat, probabilitas mutase, probabilitas *crossover*, jumlah populasi dan batas generasi yang dimana data tersebut akan diolah oleh sistem dengan

melakukan proses perhitungan crossover, dimana data tersebut akan diolah oleh sistem dengan melakukan proses perhitungan *crossover*, mutasi dan evaluasi *fitness*. Dan dari hasil tersebut diperoleh grafik *fitness* serta simulasi yang menampilkan rute jalur, panjang jalur terbaik, nilai *fitness* tertinggi dan waktu eksekusi.

2. Use Case Diagram

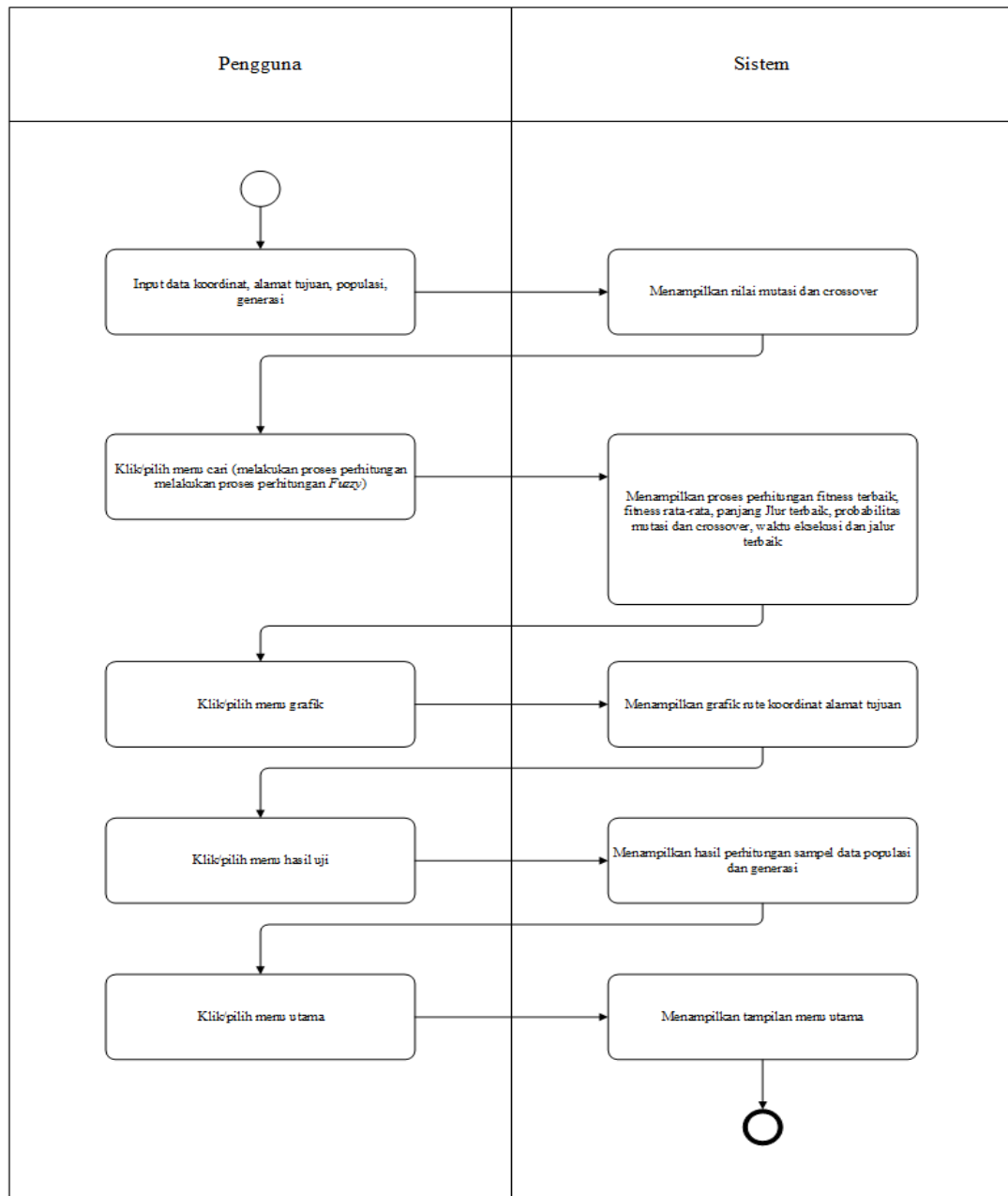
Use case diagram merupakan gambaran skenario dari interaksi antara pengguna dengan sistem. *Use case diagram* menggambarkan hubungan antara aktor dan kegiatan yang dapat dilakukannya terhadap aplikasi



Gambar IV. 3 Use Case Diagram

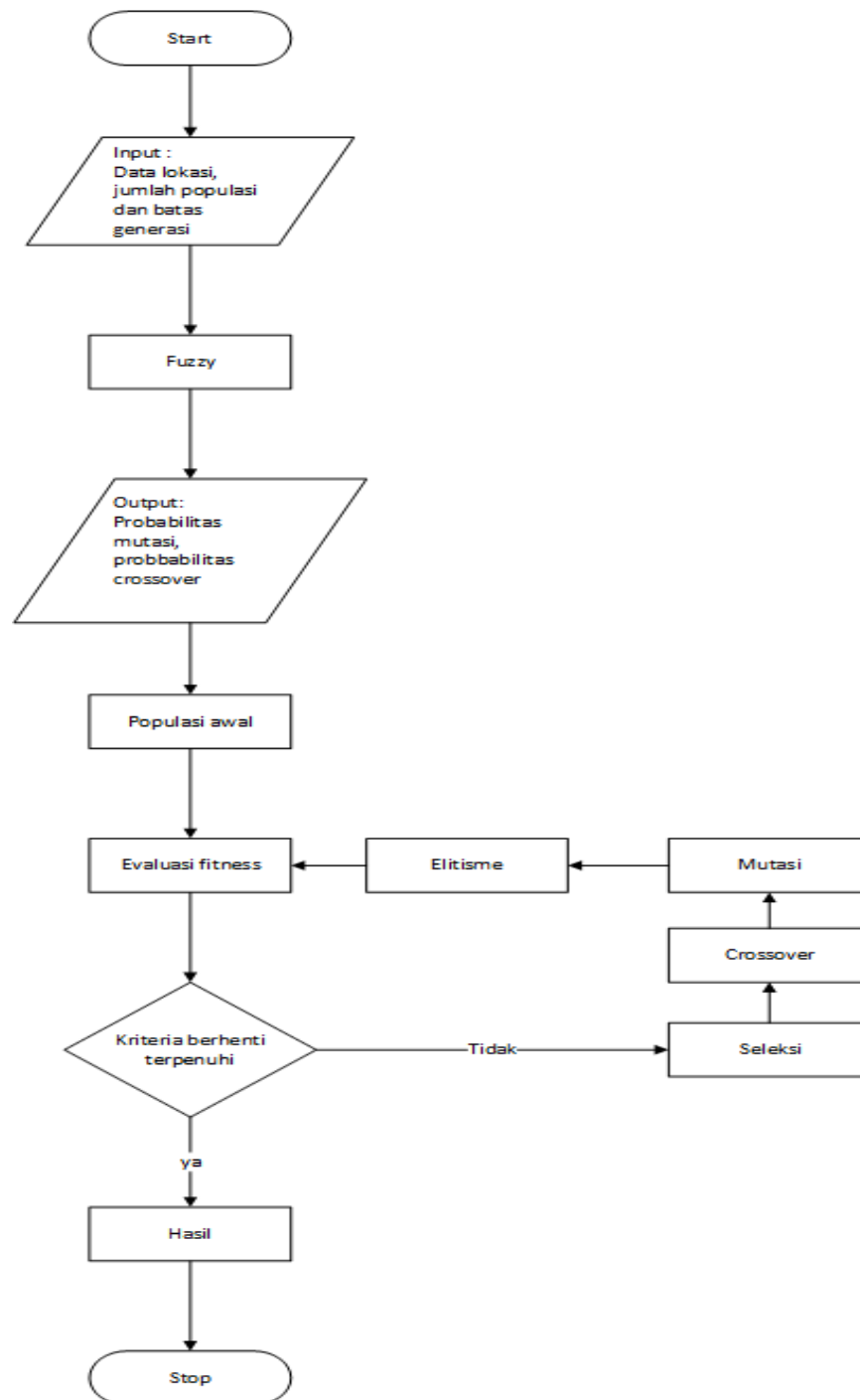
3. Activity Diagram

Activity diagram merupakan diagram yang memodelkan aliran kerja atau *work flow* dari urutan aktifitas dalam suatu proses yang mengacu pada *use case diagram* yang ada. Berikut ini penjelasan dari *activity diagram*:



Gambar IV. 4 Activity Diagram

4. Flowchart



Gambar IV. 5 Flowchart

a. Alur proses flowchart

3. Tahap pemasukan data

Merupakan pemasukan data berupa titik koordinat yang diperoleh dari data yang telah dikumpulkan berupa *longitude* (garis bujur) dan *latitude* (garis lintang), kemudian memasukkan jumlah populasi dan batas generasi

4. Tahap proses *fuzzy* (samar)

Proses ini merupakan penentuan nilai probabilitas mutasi dan probabilitas *crossover* dari masukan jumlah populasi dan batas generasi yang akan diproses menggunakan sistem inferensi *fuzzy* metode mamdani, sehingga diperoleh nilai probabilitas mutasi dan probabilitas *crossover*

5. Tahap proses populasi awal/inisialisasi populasi

Proses ini merupakan proses yang digunakan untuk membangkitkan populasi awal secara bergantian sehingga didapatkan solusi awal

6. Tahap evaluasi *fitness*

Proses ini merupakan proses mengevaluasi setiap populasi dengan menghitung nilai *fitness* setiap kromosom dan mengevaluasinya sampai terpenuhi kriteria berhenti

7. Tahap kriteria berhenti

Kriteria berhenti terpenuhi bila telah mencapai batas generasi yang telah ditentukan. Apabila belum mencapai batas generasi maka dilakukan tahap seleksi

8. Tahap seleksi

Proses ini merupakan proses untuk menentukan nilai individu mana saja yang akan dipilih untuk dijasikan crossover. Proses seleksi menggunakan metode *roulette-wheel selection*

9. Tahap *crossover*

Proses ini merupakan proses untuk menambah keanekaragaman suatu populasi dengan cara memindah silangkan dua buah kromosom. Proses *crossover* yang digunakan yaitu metode *order crossover* merupakan cara *crossover* menukar kromosom tetapi tetap menjaga urutan gen yang bukan bagian dari kromosom tersebut

10. Tahap mutasi

Mutasi merupakan proses mengubah nilai dari satu atau beberapa gen dalam satu kromosom. Proses mutasi yang digunakan yaitu metode *swapping mutation* merupakan probabilitas mutasi yang telah ditentukan

11. Tahap *elitisme*

Merupakan tahapan untuk menjaga agar individu bernilai *fitness* tertinggi tidak hilang selama proses evolusi

12. Perolehan hasil

Hasil yang diperoleh berupa rute jalur, panjang jalur terbaik, nilai *fitness* tertinggi dan waktu eksekusi.

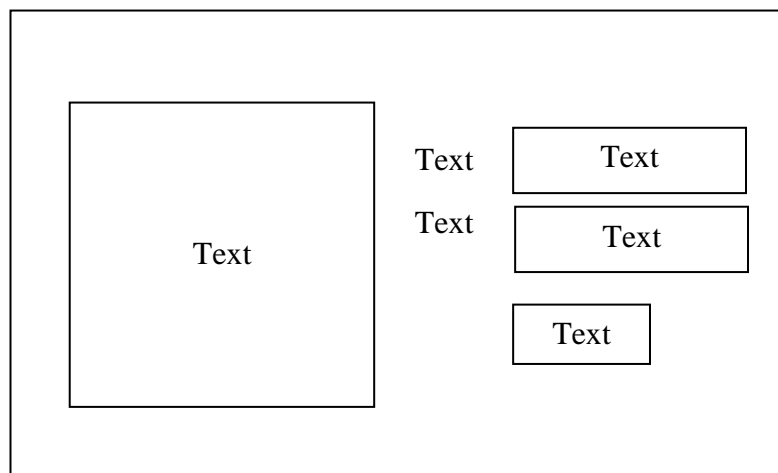
b. Penyelesaian masalah

Pada tahap ini dilakukan pencarian rute optimal jarak minimal yang dapat ditempuh dalam pengiriman barang dengan syarat semua alamat dilauhi tepat satu kali kecuali titik asal yang sama dengan titik akhir. Setelah diketahui jarak antara titik koordinat, kemudian akan dicari hasil perhitungan rute optimal dan jarak minimal beserta gambar rute tersebut. Proses ini memerlukan ketelitian yang tinggi untuk menghindari terjadinya kesalahan yang berdampak pada ketidaktepatan perhitungan rute dan jarak terbaik.

D. Perancangan *interface* sistem

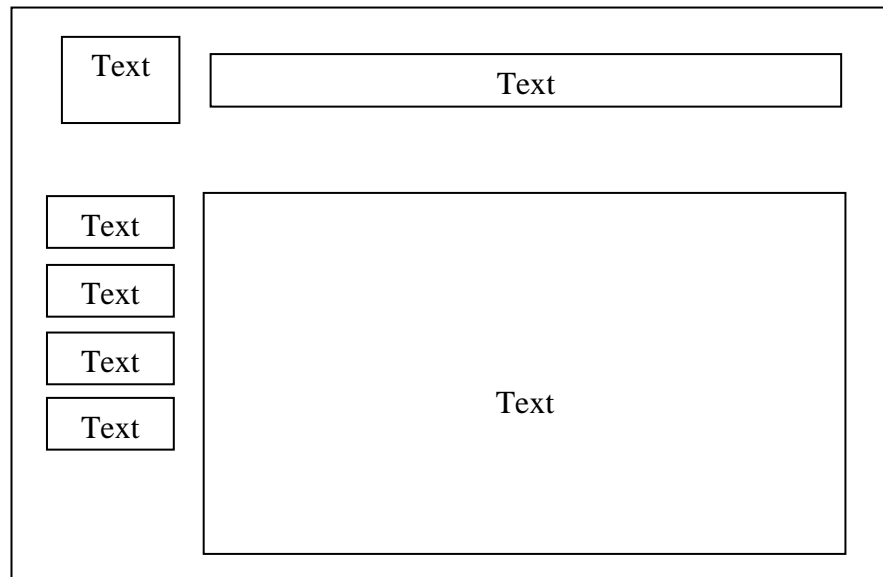
Perancangan antarmuka (*interface*) merupakan bagian penting dalam erancangan aplikasi, karena berhubungan dengan tampilan dan interaksi pengguna dengan aplikasi. Adapun perancangan antarmuka pada aplikasi ini yaitu sebagai berikut :

1. Tampilan Login



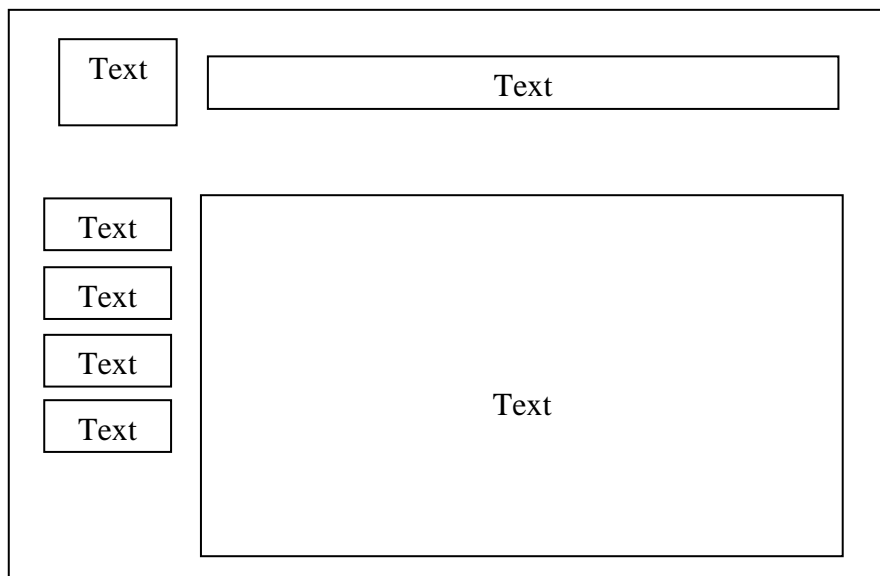
Gambar IV.6 Desain *Interface Login*

2. Tampilan Menu Beranda



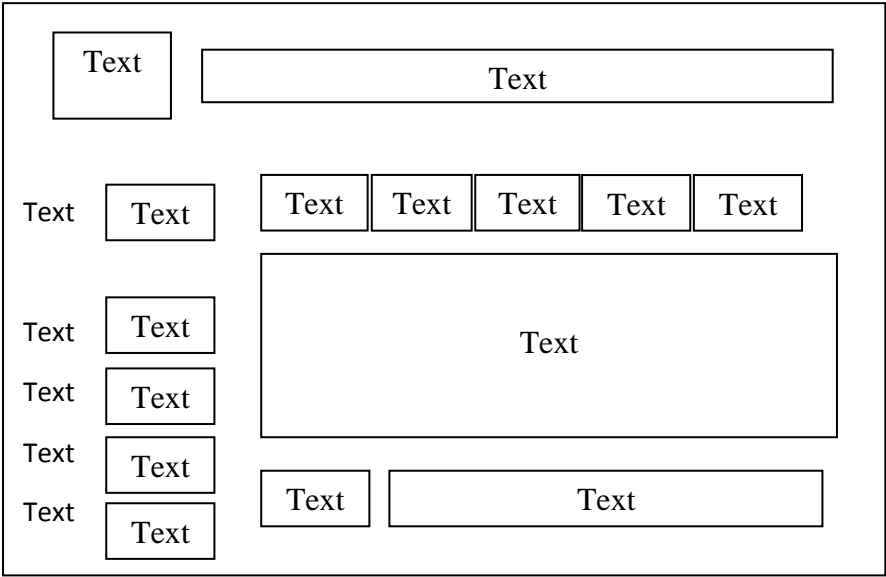
Gambar IV.7 Desain *Interface* Menu Beranda

3. Tampilan Menu Petunjuk



Gambar IV.8 Desain *Interface* Menu Profil

4. Tampilan Menu Sistem



Gambar IV.9 Desain *Interface* Menu Sistem

BAB V

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Implementasi dan pengujian sistem merupakan metode yang digunakan untuk menguji sistem yang telah dirancang. Selain itu, dalam pengimplementasiannya harus memenuhi standar agar dapat dikategorikan sebagai sistem yang *user friendly*. Sehingga memudahkan pengguna pada saat menggunakan aplikasi tersebut. Adapun implementasi dan pengujian sistemnya sebagai berikut :

A. Implementasi

a. Antarmuka Login

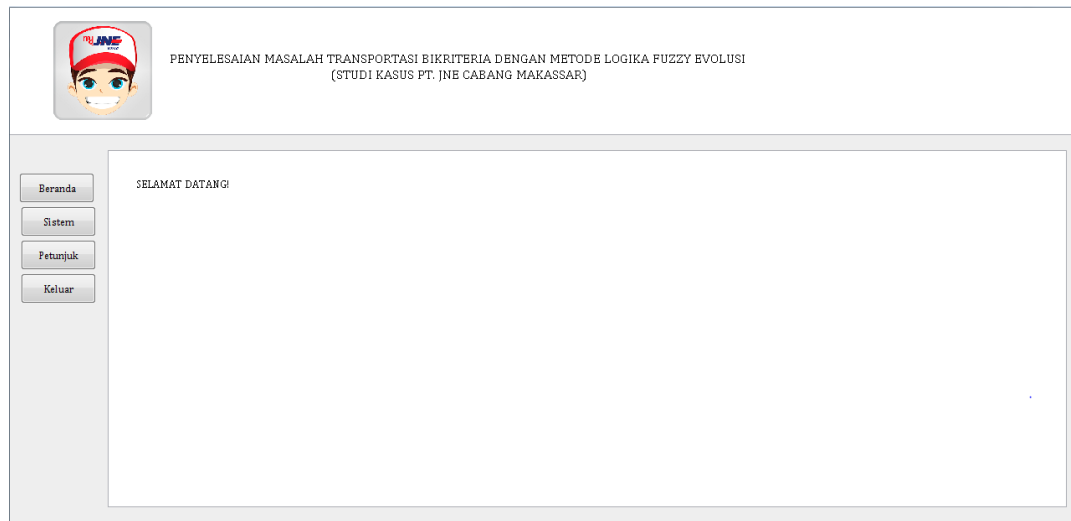
Antarmuka *login* akan menampilkan *form* yang berisi *username* dan *password*.



Gambar V.1 Antarmuka Login

b. Antarmuka Beranda

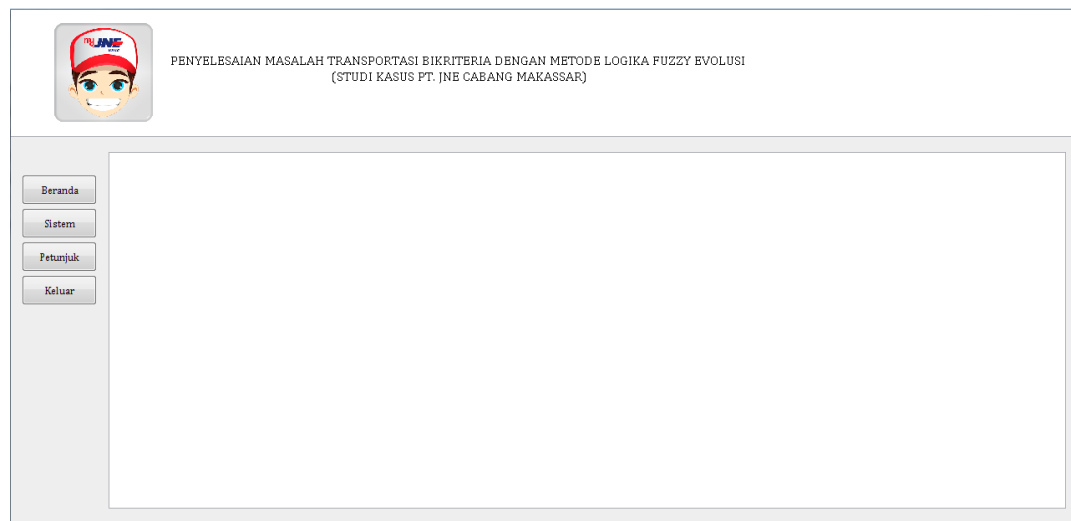
Antarmuka beranda muncul setelah *login*. Antarmuka beranda berisi *text box* tampilan awal, *button* profil, *button* sistem, *button* petunjuk, *button* keluar.



Gambar V.2 Antarmuka Beranda

c. Antarmuka Petunjuk

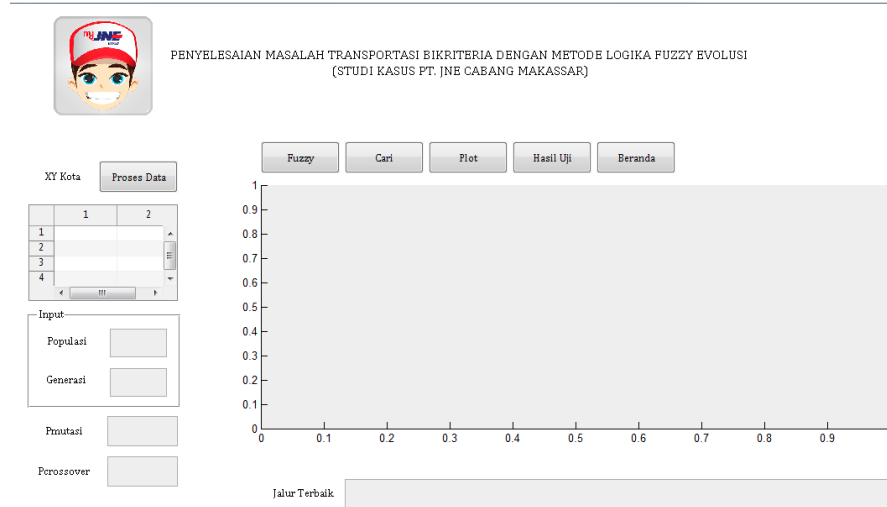
Antar muka profil petuunjuk sama dengan tampilan utama sistem, berisi *text box* tampilan profil perusahaan, *button* beranda, *button* sistem, *button* petunjuk, *button* keluar.



Gambar V.3 Antarmuka Petunjuk

d. Antarmuka Sistem

Antarmuka sistem berisi data-data koordinat dari alamat tujuan. Dimana dalam menu sistem dapat dilakukan proses perhitungan *fuzzy*, *Pmutasi*, *Pcrossover*, populasi, generasi, grafik, pencarian, hasil uji dan jalur terbaik.



Gambar V.4 Antarmuka Sistem

e. Antarmuka Hasil Uji

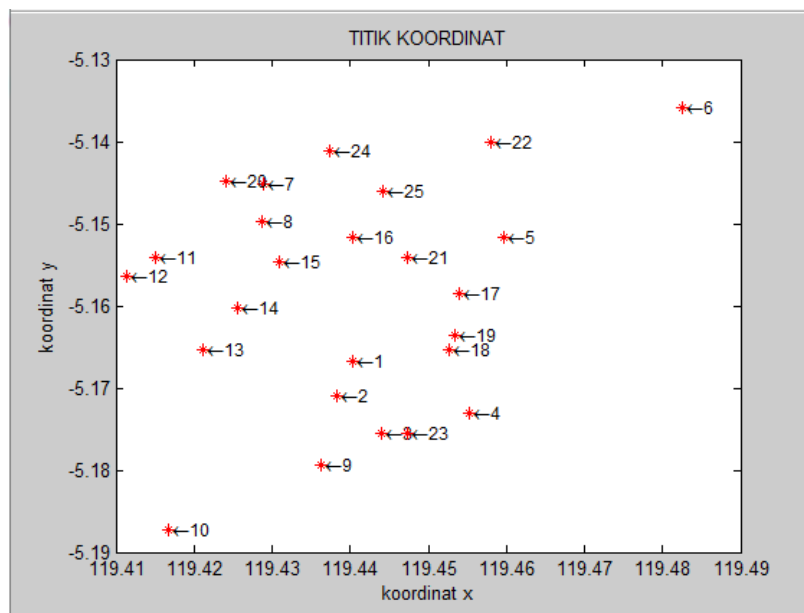
Antarmuka hasil uji menyimpan hasil perhitungan berupa nilai *fitness* terbaik, nilai *fitness* rata-rata, panjang jalur terbaik (Km), waktu (s) dan jalur terbaik

	•	Nilai Fitnes ...	Nilai Fitnes...	Panjang Jal...	Waktu (s)	Jalur Terbaik	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Gambar V.5 Antarmuka Hasil Uji

f. Antarmuka Plot

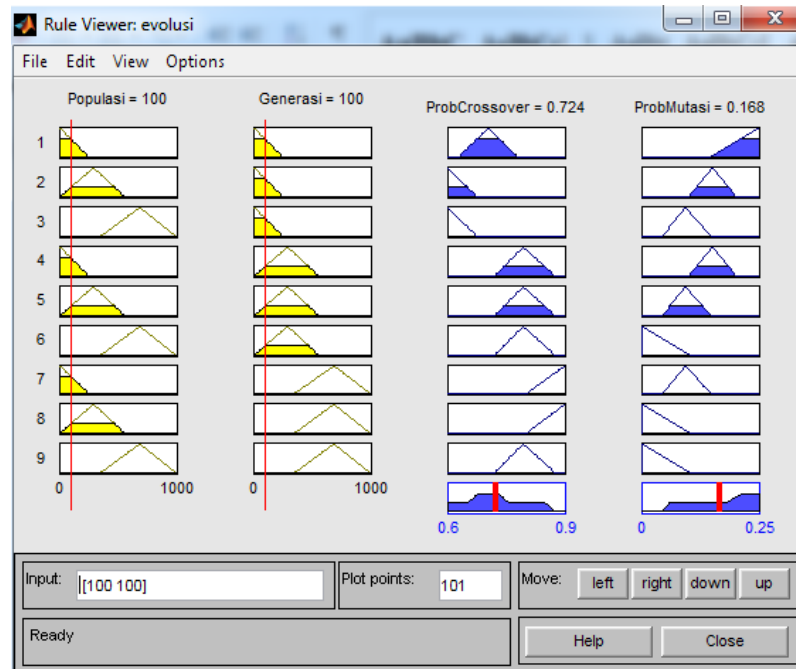
Antarmuka plot menampilkan titik-titik alamat tujuan yang diperoleh dari data hasil perhitungan jarak setiap koordinat.



Gambar V.6 Antarmuka Plot

g. Antarmuka FIS

Antarmuka FIS menampilkan hasil pencarian dan nilai keanggotaan dari Probabilitas Mutasi dan Probabilitas *Crossover* menggunakan metode mamdani.

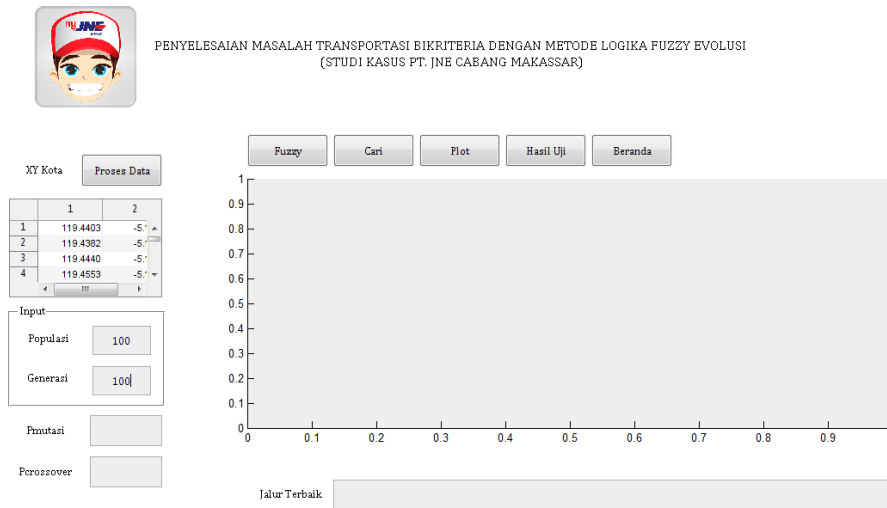


Gambar V.7 Antarmuka FIS Rule Viewer

B. Simulasi Program

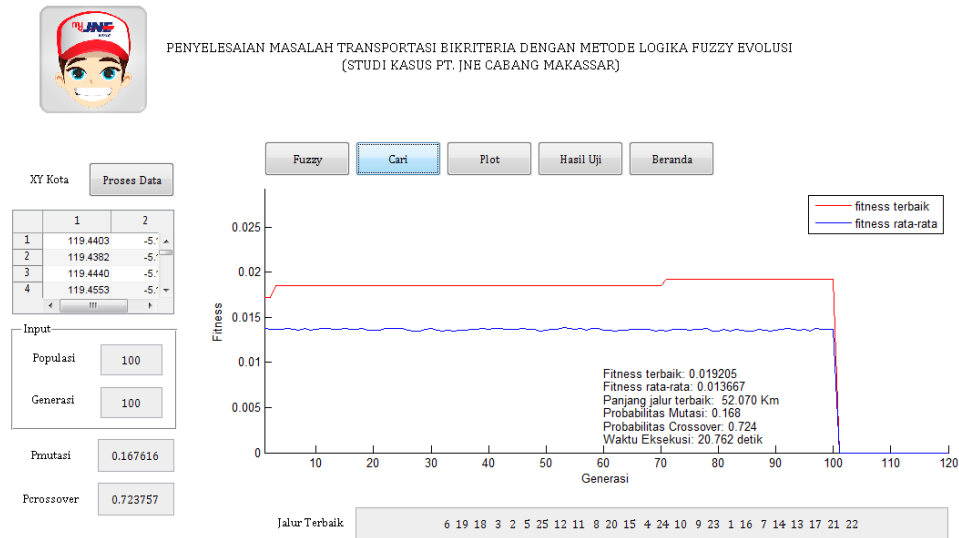
Sistem yang telah dirancang memerlukan pengujian data dengan melakukan proses pencarian rute dengan variasi jumlah populasi dan batas generasi yaitu: (100 dan 100), (100 dan 200), (100 dan 500), (100 dan 1000), (200 dan 100), (500 dan 100) dan (1000 dan 100). Kemudian dilakukan proses perhitungan sebanyak 10 kali dan diambil hasil jalur terbaik minimum.

Untuk memulai perhitungan, masukkan data koordinat alamat tujuan yang sebelumnya telah disiapkan pada excel dengan nilai awal populasi 100 dan generasi 100.



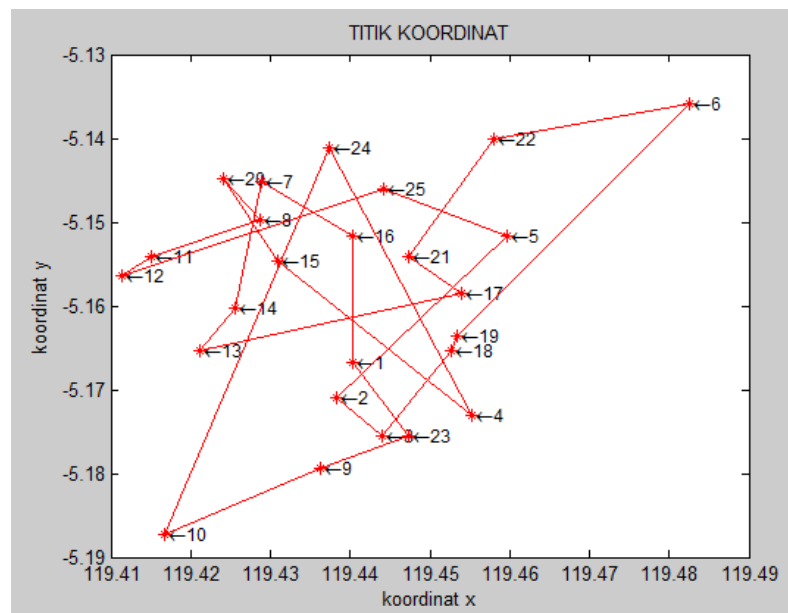
Gambar V.8 Antarmuka Sistem Memasukkan Data Koordinat, Populasi dan Generasi

Setelah tombol *Fuzzy* ditekan maka pada *Pmutasi* dan *Pcrossover* akan tampil nilai 0.167616 dan 0.723757. Nilai *Pmutasi* dan *Pcrossover* dihasilkan melalui sistem *fuzzy* Mamdani dengan memasukkan populasi 100 dan generasi 100 dan menggunakan aturan *fuzzy* serta nilai fungsi keanggotaan Mamdani yang dapat dilihat pada gambar V.7. Selanjutnya saat tombol cari ditekan maka akan dilakukan proses perhitungan seperti tampilan pada gambar V.9 berikut :



Gambar V.9 Antarmuka Sistem setelah dijalankan

Kemudian jika ingin melihat grafik koordinat alamat tujuan tekan tombol Plot akan muncul titik-titik dari jalur terbaik.



Gambar V.10 Antarmuka Plot setelah dijalankan

C. Analisis Hasil Pengujian

Pengujian sistem merupakan proses pengeksekusian sistem perangkat lunak untuk menentukan apakah sistem tersebut cocok dengan spesifikasi sistem dan berjalan di lingkungan yang diinginkan. Pengujian sistem sering diasosiasikan dengan pencarian bug, ketidak sempurnaan program, kesalahan pada program yang menyebabkan kegagalan pada eksekusi sistem perangkat lunak.

Pengujian dilakukan dengan menguji setiap proses dan kemungkinan kesalahan yang terjadi untuk setiap proses. Adapun pengujian sistem yang digunakan adalah *Black box*. Pengujian *Black box* yaitu menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi, masukan, dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

a. Prosedur Pengujian

Persiapan yang dilakukan dalam melakukan pengujian adalah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan sebuah komputer/gadget lainnya
- 2) Membuka halaman *website* sistem informasi anak putus sekolah pada komputer tersebut.
- 3) Melakukan proses pengujian
- 4) Mencatat hasil pengujian

b. Hasil Pengujian

Tabel pengujian digunakan untuk mengetahui apakah sistem ini dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Berikut tabel pengujian sebagai admin :

Tabel V.1 Pengujian Black box

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Data Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
<i>Edit Text</i> atau tombol Login ditekan	Antarmuka <i>Login</i> mengambil data dari <i>server</i> ketika tombol Login ditekan dan menampilkan antarmuka sistem transportasi <i>Bikriteria</i> ketika berhasil mengambil data dari <i>server</i>	Antarmuka <i>Login</i> mengambil data dari <i>server</i> ketika tombol Login ditekan dan menampilkan antarmuka sistem transportasi <i>Bikriteria</i> ketika berhasil mengambil data dari <i>server</i>	[√] Diterima [] Ditolak
Menu Beranda	Antarmuka beranda menampilkan antarmuka halaman utama dari sistem	Antarmuka beranda menampilkan antarmuka halaman utama dari sistem	[√] Diterima [] Ditolak
Menu Sistem	Antarmuka sistem menampilkan antarmuka berdasarkan tombol menu yang ditekan	Antarmuka sistem menampilkan antarmuka berdasarkan tombol menu yang ditekan	[√] Diterima [] Ditolak
Menu Hasil Uji	Antarmuka hasil uji menampilkan antarmuka berdasarkan tombol menu yang ditekan	Antarmuka hasil uji menampilkan antarmuka berdasarkan tombol menu yang ditekan	[√] Diterima [] Ditolak

Menu Cari	Antarmuka cari menampilkan persentase laporan data sistem transportasi <i>Bikriteria</i>	Antarmuka cari menampilkan persentase laporan data sistem transportasi <i>Bikriteria</i>	[<input checked="" type="checkbox"/>] Diterima [<input type="checkbox"/>] Ditolak
Menu Plot	Antarmuka plot menampilkan titik-titik jalur terbaik	Antarmuka plot menampilkan titik-titik jalur terbaik	[<input checked="" type="checkbox"/>] Diterima [<input type="checkbox"/>] Ditolak
Menu keluar	Antarmuka keluar menampilkan langsung keluar dari sistem ketika tombol logout ditekan.	Antarmuka keluar dapat menampilkan langsung keluar dari sistem ketika tombol logout ditekan.	[<input checked="" type="checkbox"/>] Diterima [<input type="checkbox"/>] Ditolak

c. Kesimpulan Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa proses sistem yang dilakukan sudah benar sehingga secara fungsional sistem sudah dapat menghasilkan output yang diharapkan.

D. Pengujian Kelayakan Sistem

Pengujian kelayakan sistem digunakan untuk mengetahui respon pengguna terhadap aplikasi yang dibangun. Pengujian ini dilakukan dengan metode kuisisioner (angket). Teknik kuisisioner digunakan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dari sejumlah pertanyaan secara tertulis yang diajukan kepada responden yang mendapat bimbingan maupun petunjuk dari peneliti.

Adapun indikator yang menjadi penilaian dalam pengujian ini yakni sebagai berikut:

1. Ketertarikan pengguna terhadap aplikasi
2. Kemanfaatan aplikasi
3. Fungsionalitas aplikasi
4. Rekomendasi pengguna

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa angket dengan mengajukan sejumlah pertanyaan kepada responden dengan berpedoman pada indikator yang telah ditetapkan. Menggunakan skala ordinal pada item-item pertanyaan, dimana setiap alternatif jawaban mengandung perbedaan nilai. Berikut ini adalah hasil kuisioner yang dibagikan kepada 20 responden dengan 15 pertanyaan. Berikut hasil diagram dalam bentuk grafik ;



Gambar V.11 Diagram Pengujian Kelayakan Sistem

Berdasarkan diagram diatas dapat ditarik pernyataan bahwa 90% responden menyatakan sangat tertarik dengan sistem penyelesaian masalah transportasi *Bikriteria*, 40% menyatakan tertarik, 40% menyatakan cukup tertarik, dan 15% menyatakan kurang tertarik.

Hasil penelitian ini juga membuktikan kebenaran tentang Al-quran dimana Allah swt sebagai pemelihara dan pencipta memberikan kemudahan kepada hambanya dalam segala urusan dan bukan untuk mempersulitnya. Hal ini dibuktikan pada Q.S An-Nisa/ 04: 28 yang berbunyi :

يُرِيدُ اللَّهُ أَنْ تَخَفَّفَ عَنْكُمْ^{٢٨} وَخُلِقَ الْإِنْسَانُ ضَعِيفًا

Terjemahnya :

“Allah ingin memberikan keringanan padamu. Dan manusia diciptakan dalam kondisi lemah” (Departemen Agama, 2008).

Allah menciptakan onta, kuda, keledai dan kapal untuk memudahkan kehidupan manusia. Dengan berbagai alat transportasi konvensional ini, jarak yang jauh menjadi dekat dan kelelahan berjalan kaki dapat diatasi. Hal-hal yang memberi kemudahan ini di lain pihak menjadi bukti kepedulian Allah swt kepada para hambanya. Hal ini dibuktikan dalam Q.S Al-Baqarah/2:164 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Terjemahnya:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.” (Departemen Agama, 2008).

Sesuai dengan hasil penelitian diatas menyatakan bahwa aplikasi penyelesaian masalah transportasi *bikriteria* ini selain dapat membantu dalam memberikan lapangan pekerjaan terhadap kurir dan mempermudah pengguna dalam mengefisiensikan waktu pengiriman barang. Sehingga penelitian ini dapat membuktikan kebenaran Al-quran.

BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa *Fuzzy* Evolusi mampu memberikan hasil optimal dalam penyelesaian masalah transportasi *Bikriteria* melalui perhitungan jarak dari titik utama melalui perhitungan yang ada. Nilai fitness merupakan bagian dari algoritma genetika yang berguna untuk menyeleksi individu-individu yang akan digunakan dalam proses persilangan dan penggunaan database sebagai tempat memasukkan data dan informasi berguna karena dapat di update dengan mudah dan tidak perlu mengubah keseluruhan program.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijabarkan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya, sistem ini dapat dikembangkan dengan menambah variabel biaya pengiriman
2. Diharapkan untuk PT. Jalur Nugraha Ekakurir dapat memakai algoritma *fuzzy* evolusi supaya dapat mengoptimalkan jarak dan rute yang ditempuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, A. “Algoritma Genetika Suatu Alternatif Penyelesaian Permasalahan *Searching, Optimasi dan Machine Learning*” <http://lecturer.eepis-its.edu/~basuki/lecture/AlgoritmaGenetika.pdf> (21 November 2015).
- Bindu & P. Tanwar. “Fuzzy Inspired Hybrid Genetic Approach to Optimize Travelling Salesman Problem”. *International Journal of Computer Science & Communication Network* [http://www.ijcscn.com/Documents/Volumes/vol2issue3/ijcscn_2012020322 .pdf](http://www.ijcscn.com/Documents/Volumes/vol2issue3/ijcscn_2012020322.pdf) (10 November 2015).
- Departemen Agama. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro. 2006.
- Desiani, A. & M. Arhani. *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset, 2006.
- Entin. *Kecerdasan Buatan* http://lecturer.eepis-its.edu/~entin/kecerdasan_buatanbukuBab07AlgoritmaGenetika.pdf (21 November 2015).
- Firmansyah, A. *Dasar-dasar Pemograman MATLAB*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2007.
- Kusumadewi, S. *Artificial Inteligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003
- Moon, C., J. Kim., G. Choi. & Y. Seo. “An Efficient Genetic Algorithm for The Traveling Salesman Problem with Precedene Constraints” <http://www.ceet.niu.edu/faculty/ghrayeb/IENG576s04/papers/GA/genetic%20algorithm%20for%20the%20traveling%20salesman.pdf> (20 November 2015).
- Munir, R. *Matematika Diskrit*. Bandung: CV Informatika, 2005.
- Muzid, S. “Pemanfaatan Algoritma Fuzzy Evolusi Untuk Penyelesaian Kasus *Travelling Salesman Problem*. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*”. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia <http://journal.uui.ac.id/index.php/Snati/article/view/556/480> (13 November 2015).

- Muzid, S & S. Kusumadewi. "Membangun Toolbox Algoritma Evolusi Fuzzy untuk Matlab". *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia <http://journal.uui.ac.id/index.php/Snati/article/viewFile/1633/1408> (20 November 2015).
- Moelong, J. Lexi, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: Remaja Karya, 2002.
- Pressman. *Metode Waterfall* <http://cisenaxtreme99.blogspot.co.id/2013/06/metode-waterfall-menurut-pressman.html> (20 November 2015).
- Rosa dan M. Shalahuddin. *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*. Bandung: Modula, 2011.
- Rosen, K.H. *Discrete Mathematics and Its Applications. Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill, 2003.
- Siang, J. J. *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer*. Yogyakarta: ANDI, 2002.
- Siswanto. *Operations Research. Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 2007.
- Suyanto, S.T., MSC. *Artificial Intelligence*. Bandung: Informatika. 2011.
- Sutarno, H. *Matematika Diskrit*. Malang: UM PRESS, 2003.
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al-Mishbah : Pesan, Kesan, Keserasian al-Qur'an*, vol 13 edisi baru. Jakarta : Lentera Hati. 2009.
- Tamin. "Perkembangan Transportasi" <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-20907-4207100007-Chapter1.pdf> (18 November 2015).
- Wibowo, M.A. *Aplikasi Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Kuliah*. Semarang: Media Ilmu, 2009.
- Wikipedia Website. "Sistem". <https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem>